

Osmaniye İli ve Çevresinden Toplanan Tirşik (*Arum maculatum* L.) Bitkisinin Besin Elementi Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

Çağdaş AKPINAR^{1*}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, 80760, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2783-397X>

*Sorumlu yazar: cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 17.02.2021

Kabul tarihi: 17.03.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Tirşik

Besin elementi konsantrasyonu

Osmaniye

ÖZET

Bu çalışmada tür zenginliği ve tür çeşitliliğinin korunması ve ekolojik bakımdan büyük bir öneme sahip olan tirşik (*Arum maculatum* L.) bitkisinin besin elementi konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Kendiliğinden yetişmesine bağlı olarak tirşik bitkisi Kadirli, Düziçi (Osmaniye) ve Andırın (Kahramanmaraş) ilçelerine ait doğal alanlardan toplanmıştır. 2020 yılı Nisan, Mayıs döneminde bu bölgelerde yoğun olarak görülen tirşik bitkisi el ile toplanmıştır. Çalışmada farklı bölgelerden toplanan tirşik bitkisinin yapraklarında azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre N, P, Fe ve Mn konsantrasyonları bakımından Andırın bölgesinden toplanan tirşik bitkisinin besin elementi konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu ve bunu Düziçi ve Kadirli bölgelerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Evaluation of Nutrient Concentration of Tirşik Plant (*Arum maculatum* L.) Collected from Osmaniye Province

Research Article

Article History:

Received: 17.02.2021

Accepted: 17.03.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Tirşik

Nutrient concentration

Osmaniye

ABSTRACT

This study is aimed to determine the nutrient concentration of the *Arum maculatum*, which has significant importance in terms of biodiversity. The Plant was collected from its natural habitat areas of Kadirli, Düziçi (Osmaniye) and Andırın (Kahramanmaraş) districts. The *Arum maculatum* L. plant, which is common in these regions during April and May, was collected by hand in 2020. In the study, nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), sodium (Na), calcium (Ca), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu) and manganese (Mn) concentrations were determined. According to the findings, it was determined that the nutrient content of the *Arum maculatum* L. plant collected from the Andırın region was higher in terms of N, P, Fe and Mn concentrations, followed by Düziçi and Kadirli regions.

To Cite: Akpınar Ç. Osmaniye İli ve Çevresinden Toplanan Tirşik (*Arum maculatum* L.) Bitkisinin Besin Elementi Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 211-216.

Giriş

Ekolojik bakımdan büyük bir öneme sahip olan Tirşik (*Arum maculatum* L.) bitkisi taksonomik olarak Araceae familyasına ait bir bitkidir. Yetiştığı bölgelerde yöre halkı tarafından doğal olarak en çok kullanılan bitkilerdendir. Türkiye'de yerel bitki isimleri özellikle yerel lehçelerden dolayı farklılık gösterdiğinden bu bitkinin yerel olarak “Tirşik, Andırın doktoru, Pancar, nivik bitkisi vb.” isimleri aldığı bilinmektedir. Tirşik bitkisi Doğu Akdeniz bölgesinde bahar gelmesiyle Mart-Haziran dönemleri arasında doğal olarak

yetişmekte, en yoğun olarak ise Nisan-Mayıs dönemlerinde görülmektedir. Geleneksel olarak kırsal kesimde yaşayan Türk halkının çoğunluğu doğal olarak yetişen tirşik bitkisini besin zinciri içeresinde kullanmaktadır. Ülkemizde Karadeniz ve Akdeniz bölgesinde de doğal ortamlarda sıkça rastlanan bu bitki özellikle Adana, Kahramanmaraş ve Osmaniye çevrelerinde yaygın olarak görülmektedir. Bitkinin yaprakları pazarlarda sebze olarak satılmaktadır. Yerel halk arasında tirşik otu olarak da bilinen *A. maculatum* L. Çoğunlukla orba olarak pişirilip tüketilmektedir (şimşek ve ark., 2019).

Türkiye bitki çeşitliliği bakımından dünyanın en zengin ülkelerinden biridir. Türkiye’de bugüne kadar yaklaşık 10500 bitki çeşidi tanımlanmış olup ve bunun yaklaşık %30’u endemiktir (Güner ve ark., 2001). Endemizm, bir bölgenin çevresel değerini değerlendirmek için en önemli göstergelerden biridir. Türkiye’de bitki türlerinde endemizm oranı diğer Avrupa lkeleriyle karşılaştırıldığında nispeten yüksektir (Ugulu ve ark., 2008).

Geleneksel olarak bitkilere ait bilgiler ve bunların özellikleri, nesilden nesile günlük yaşamın doğal seyri yoluyla aktarılmıştır ve bu süreç doğal olarak devam etmektedir (Kargıoğlu ve ark., 2010). İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar kendi doğal bitki örtüsünü sadece bir besin kaynağı olarak değil aynı zamanda barınma, yakıt, ilaç ve kıyafet gibi amaçlarla da kullanmışlardır. Tarih boyunca insanlar kendi bölgelerinde bulunan bitkilerden birçok kullanım ve fayda elde etmişlerdir. Başlangıçta, yabani bitkiler doğal ortamlarından toplanmış, ardından en sık kullanılanların ise yetiştirilme işlemleri yapılmıştır (Akan ve ark., 2008). Ülkemizde kırsal kesimde yaşayanların oranının şehirlerde yaşayanlara göre yüksek olması ve ayrıca ekonomik nedenlerle Türk halkı yabani bitkilerle oldukça ilgilenmektedir.

Bu alışmada, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Osmaniye ve Kahramanmaraş iline ait yakın bölgelerde yöre halkı tarafından da yemek yapmak ve tıbbi amaçlarla toplanan yabani tirşik bitkisinin besin elementi konsantrasyonlarını belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma alanı Osmaniye iline bağlı Kadırlı ve Düziçi ilçeleri ve bu ilçelere yakın olan Kahramanmaraş iline bağlı Andırın ilçesidir. Osmaniye ve Kahramanmaraş ili, Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’nin ve Çukurova’nın doğusunda yer alır ve dağ ve ovalardan oluşur. Osmaniye yüzey şekillerinden birçoğunu bünyesinde toplamış ender yerlerden biridir. Arazi güneyden, kuzeye ve doğuya doğru gittikçe yükselir. Osmaniye ili’nin batı kesimlerinde Adana ovasının doğuya doğru olan düzlükleri uzanır. Güneyinde İskenderun körfezinden doğuya doğru uzanan Amanos dağları (Gavur dağları), kuzeybatı ve kuzeybatı yönünde Toros dağları, doğusunda Dumanlı, Dldl ve Tırtıl dağları mevcuttur. Dağlar ile ovalar arasında hafif engebeli araziler mevcuttur. Ovalık arazi en çok Merkez, Toprakkale, Kadırlı ve Düziçi ilçelerinde bulunmaktadır. En yüksek dağları; Dldl dağı (2400) metre, Turna dağı ise (2285) metredir. İklım, dağlık ve ovalık alanlarda farklılık göstermekle birlikte, Akdeniz iklimi karakteristiğini taşımaktadır. Genel olarak yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Ortalama sıcaklık 18,2°C olup, ortalama en yüksek sıcaklık 42,8°C’dir. Yağışlar kış ve sonbahar aylarında diğer aylara göre fazla olup, yıllık ortalama yağış miktarı 767,6 mm’dir (Web, 2020).

Kahramanmaraş ili, Toros dağlarının güneyinde, Türkiye'nin güneyinde yer almaktadır. Bitki çeşitliliği, 3 fitocoğrafik bölgenin yerelleşme buluşma noktası olması nedeniyle oldukça zengindir. İran-Turan unsurları doğuda bulunurken, Güneyde Akdeniz unsurları yaygındır. Nemli bölgelerde Avrupa-Sibirya coğrafi bölgesinin bazı oluşumları da görülebilir (Demirci ve Özhatay, 2012).

Tirşik bitkisi çevre istekleri bakımından; özellikle rutubetli, yaprağını döken karışık ormanlarda çalılar altında, kaya diplerinde yetişir. Besin maddesince zengin, gevşek, humuslu ve özellikle killi toprakları sever. Ilıman iklime sahip bölgelerde daha çok görülür (Özer ve ark., 2001).

Tirşik bitkisi 2020 yılı Nisan-Mayıs döneminde doğadan toplanmış ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Merkez Araştırma laboratuvarına getirilmiştir. Toplanan bitkilerin üst kısımları önce musluk suyu ile daha sonra %0,1'lik HCl, tekrar musluk suyu ve 2 kez saf sudan geçirilmiş, 65°C de 48 saat süreyle kurutulmuş ve daha sonra agat değirmende öğütülmüştür. Kurutulan ve öğütülen tirşik bitkisi örneklerinde P konsantrasyonları kolorimetrik olarak spektrofotometre 882 nm'de Murphy ve Riley (1962)'e göre, N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre (Bremner, 1965), K, Ca, Mg, Na, Ca, Zn, Mn, Fe ve Cu Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı (Shimadzu AA-7000) ile Kacar ve İnal (2008)'e göre yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 20.0 for Windows paket programında ANOVA varyans analizi ve uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıklara göre Tukey test analizi yapılmıştır.

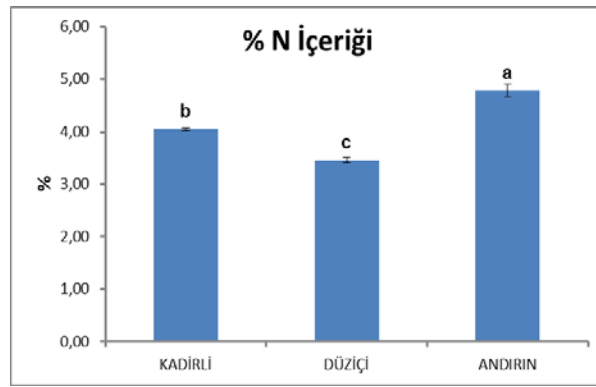
Bulgular ve Tartışma

Farklı bölgelerden toplanan tirşik bitkileri (Şekil 1) analiz edilerek bitki dokularında bulunan makro ve mikro element konsantrasyonları belirlenerek Şekil 2, Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Farklı bölgelerden toplanan tirşik bitkisi

Araştırma bulgularına göre bitki dokularındaki %N konsantrasyonu incelendiğinde, en yüksek %N konsantrasyonu %4,79 N ile Andırın bölgesinden toplanan tirşik bitkisinde belirlenmiştir. Bunu %4,05 N ile Kadırlı ve %3,46 N ile Düziçi bölgesinden toplanan tirşik bitkileri takip etmiştir. Benzer bir çalışmada Saraç ve ark. (2019) doğadan topladıkları kenger bitkisinin %N konsantrasyonunu %3,64 N, gelincik bitkisinde ise %3,25 N olarak belirlemişlerdir (Saraç ve ark., 2018). Başka bir çalışmada yine doğadan toplanan evelik bitkisinin %N konsantrasyonunun %2,59 N olduğu bildirilmiştir (Daştan ve Saraç 2018).



Şekil 2. Farklı bölgelerden toplanan tırşik bitkisinin %N konsantrasyonu

Farklı bölgelerden toplanan tırşik bitkisinin %P konsantrasyonları incelendiğinde, bölgeler arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamakla beraber ($p < 0,771$) en yüksek P konsantrasyonu %0,37 P ile Andırın tırşığı, en düşük ise %0,35 P ile Kadırlı tırşığında belirlenmiştir (Tablo 1). Bulgular %K konsantrasyonları yönünden incelendiğinde en yüksek %K konsantrasyonu %2,98 K ile Düziçi tırşığında, en düşük ise %2,67 K ile Andırın tırşığında belirlenmiştir. Diğer makro element olan Mg, Na ve Ca konsantrasyonları ise en yüksek %0,16 Mg ve %0,06 Na Düziçi bölgesinden toplanan tırşik bitkilerinin dokularında belirlenmiştir. Ayrıca lokasyonların Mg ve Na konsantrasyonuna istatistiki olarak bir etkisi yoktur. Ca içeriği bakımından en yüksek % 0,68 Ca ile Kadırlı ve bunu %0,50 Ca ile Düziçi ve %0,49 Ca ile Andırın bölgesinden toplanan tırşik bitkileri takip etmiştir. Ayrıca lokasyonlarında Ca içeriği üzerine $P < 0,002$ düzeyinde etki etmiştir. Tırşik bitkisine benzer olarak doğada doğal olarak yetişen gelincik bitkisi üzerine yapılan çalışmada; gelincik bitkisinin makro element konsantrasyonları; %0,110 P, %2,13 K, %0,44 Ca ve %0,10 Mg olarak rapor edilmiştir (Saraç ve ark., 2018).

Tablo 1. Farklı bölgelerden toplanan tırşik bitkisinin makro element (P, K, Mg, Na ve Ca) konsantrasyonları (%)

	P	K	Mg	Na	Ca
	%				
Kadırlı	0,35 ±0,0 ^a	2,82 ±0,1 ^b	0,12 ±0,0 ^a	0,04 ±0,0 ^a	0,68 ±0,1 ^a
Düziçi	0,36 ±0,0 ^a	2,98 ±0,0 ^a	0,16 ±0,0 ^a	0,06 ±0,0 ^a	0,50 ±0,0 ^b
Andırın	0,37 ±0,1 ^a	2,67 ±0,0 ^c	0,14 ±0,0 ^a	0,05 ±0,0 ^a	0,49 ±0,0 ^b
Lokasyon	0,771	0,002	0,337	0,508	0,002

± Standart hata $P < 0,05$

Tablo 2. Farklı bölgelerden toplanan tırşik bitkisinin mikro element (Fe, Zn, Mn ve Cu) konsantrasyonları (mg/kg)

	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
Kadırlı	50,2 ±1,9 ^c	62,3 ±1,0 ^a	16,1 ±0,5 ^b	0,0016 ±0,0 ^b
Düziçi	55,3 ±1,1 ^b	38,7 ±2,1 ^c	18,2 ±1,1 ^b	0,0023 ±0,0 ^a
Andırın	122,0 ±1,0 ^a	52,3 ±1,0 ^b	25,3 ±1,0 ^a	0,0019 ±0,0 ^b
Lokasyon	0,001	0,001	0,001	0,017

± Standart hata $P < 0,05$

Bulgular mikroelement konsantrasyonları yönünden değerlendirildiğinde, en yüksek Fe konsantrasyonu 122 mg/kg Fe ile Andırın tırşığında belirlenmiştir (Tablo 2). Diğer bölgelere göre yaklaşık 2 kat daha fazla Fe konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca lokasyonların Fe konsantrasyonu üzerine $P<0,001$ düzeyinde önemli oranda etkisi vardır. Tırşik bitkisi Zn konsantrasyonları yönünden değerlendirildiğinde, en yüksek Zn konsantrasyonuna sahip bitki 62,3 mg/kg Zn ile Kadirli bölgesinden toplanan tırşik bitkisi olmuştur. Bunu 52,3 mg/kg Zn ile Andırın ve 38,7 mg/kg Zn ile Düziçi'nde toplanan tırşik bitkisi takip etmiştir. Mn konsantrasyonunda Fe konsantrasyonuna benzer olarak en yüksek 25,3 mg/kg Mn ile Andırın tırşığında belirlenmiştir. Lokasyonların Mn içeriğine önemli $P<0,001$ düzeyinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Cu konsantrasyonları incelendiğinde ise bitkilerin Cu içeriği çok düşük değerlerde olup, 0,0016 ile 0,0023 mg/kg Cu arasında değiştiği tespit edilmiştir. Saraç ve ark. (2018) madımak bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada, madımak bitkisinin mikro element konsantrasyonlarını; 144,7 mg/kg Fe, 40,3 mg/kg Zn, 30,1 mg/kg Mn ve 7,5 mg/kg Cu olduğunu rapor etmişlerdir. Kenger bitkisi ile yapılan çalışmada da 268,45 mg/kg Fe, 16,75 mg/kg Zn, 19,46 mg/kg Mn ve 8,26 mg/kg Cu konsantrasyonları belirlenmiştir (Saraç ve ark., 2019).

Sonuç

Sonuçlar genel olarak bir bütünlük içerisinde değerlendirildiğinde, Andırın bölgesinden toplanan tırşik bitkisi N, P, Fe ve Mn içeriği yönünden, Kadirli bölgesinden toplanan tırşik bitkisi Ca ve Zn içeriği yönünden ve Düziçi tırşığı ise K, Mg, Na ve Cu içeriği yönünden daha zengin bir içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarımız farklı bölgelerden toplanan tırşik bitkisinin besin elementi konsantrasyonları yönünden varsıl olduklarını göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre ekolojik açıdan öneme sahip ve farklı bölgelerde farklı isimlerle adlandırılan tırşik (*Arum maculatum* L.) bitkisi ilaç ve mutfak kültürü için son derece önemlidir. Bu nedenle tür zenginliği bakımından tırşik bitkisi toplanırken daha dikkatli olunmalı ve biyolojik zenginliğimizi tehlikeye atacak şekilde toplama yapılmamalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacı Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Akan H., Korkut MM., Balos MM. Arat Dağı ve çevresinde (Birecik, Şanlıurfa) etnobotanik bir araştırma. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 2008; 20(1): 67-81.
- Bremner JM. Total nitrogen. methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. (methods of soilanb) 1965: 1149-1178.
- Daştan T., Saraç H. Determination of the nutritional element concentrations of evelik plant (*Rumex crispus* L.). Cumhuriyet Science Journal 2018; 39(4): 1020-1024.

- Demirci S., Özhatay N. An ethnobotanical study in Kahramanmaraş (Turkey); wild plants used for medicinal purpose in Adıran, Kahramanmaraş. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences 2012; 9: 75-92.
- Güner A., Özhatay N., Ekim T., Başer KHC. Flora of Turkey and the East Aegean islands. Edinburgh: Edinburgh University Press; 2001.
- Kacar B., İnal A. Plant analysis. Nobel Press; 2008.
- Kargioğlu M., Cenkci S., Serteser A., Konuk M., Vural G. Traditional uses of wild plants in the Middle Aegean Region of Turkey. Human Ecology 2010; 38: 429-450.
- Murphy J., Riley JP. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 1962; 27: 31-36.
- Özer Z., Kadioğlu İ., Önen H., Tursun N. Herboloji (Yabancı ot bilimi). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları; 2001.
- Saraç H., Daştan T., Demirbaş A., Durna Daştan S., Karaköy T., Durukan H. Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) bitki özütlerinin besin elementleri ve in vitro antikanserojen aktiviteleri yönünden değerlendirilmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 2018; 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 340-347.
- Saraç H., Daştan T., Durukan H., Durna Daştan S., Demirbaş A., Karaköy T. Kırmızı gelincik (fam: papaveraceae, *Glaucium grandiflorum* Boiss.& Huet var. *grandiflorum*) bitkisinin farklı özütlerinin besin elementi içeriğinin ve in vitro antiproliferatif etkilerinin değerlendirilmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 2018; 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 417-428.
- Saraç H., Demirbaş A., Daştan SD., Ataş M., Çevik Ö., Eryugur N. Sivas ilinde kültürü yapılan kenger (*Gundellia tournefortii* L.) bitkisi tohumlarının besin elementlerinin ve biyolojik aktivitelerinin değerlendirilmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 2019; 7(2): 52-58.
- Şimşek Yurt N., Türe E., Çubukçu M. Nivik otu zehirlenmesi: *Arum maculatum* - bir olgu sunumu. Ankara Medical Journal 2019; 19(4): 796-799.
- Ugulu I., Aydın H., Yorek N., Dogan Y. The impact of endemism concept on environmental attitudes of secondary school students. Natura Montenegrina 2008; 7(3): 165-173.
- Web. <http://osmaniye.gov.tr/cografi-yapi> 2020 (Erişim tarihi 08/11/2020).

Fotovoltaiklerin ve Güneş Kolektörlerinin Özel Aletler ve Yöntem ile Konumlandırılması ve Gölge Faktörünün Jeodezik Yöntemle Araştırılması

Nuri ERDEM^{1*}, Hüseyin İNCE², F. Engin TOMBUŞ³

¹Engineering Faculty, Department of Geomatic Engineering, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

²Hitit University, High School of Mapping and Land Survey, Çorum, Turkey

³Hitit University, High School of Mapping and Land Survey, Çorum, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-1850-4616>

²<https://orcid.org/0000-0001-6118-5502>

³<https://orcid.org/0000-0002-2607-3211>

*Sorumlu yazar: nurierdem@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 26.02.2021

Kabul tarihi:06.08.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Güneş açıları

FV Panel/Kolektör eğim açısı

uygulanması

Parçalanmış gölgelemenin önlenmesi

Forester pusulası

ÖZET

Fotovoltaik panel / kolektörü kullanabilmek için, yatay düzlemde belirli bir eğim açısına sahip olacak şekilde yaklaşık olarak güney yönünde döndürülmeleri gerekir. Bu konumlandırma, yaz aylarında gün boyunca maksimum elektrik üretimi / sıcak su temini için yeterli olabilir. Güneş ışınları, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında yazaya göre daha eğik bir açıyla Dünya'ya gelir. Bu durumda, yaz mevsimine göre konumlandırılmış fotovoltaik panel / kolektörden maksimum verimlilik elde etmek zorlaşır. Güneş FV panelleri / kolektörleri, belirtilen aylarda güneşten yararlanmak için nasıl konumlandırılmalıdır? Bu sorunun çözümleri araştırılmıştır. Yapılan araştırmalarda ülkemizde Trakya bölgesi, Doğu Akdeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nde güneşten faydalanabilmek için bina cephelerinin güneş Azimut açısının 150° ile 250° (veya 135° ile 225°) arasında konumlandırılması gerektiği belirlenmiştir. Buna göre, bir binanın çatısına yerleştirilecek fotovoltaik panellerin / kolektörlerin güneş Azimut açılarının belirtilen değerlerine göre konumlandırılması incelenmiştir. Binanın çatısını örtmek için yerleştirilen fotovoltaik panellerde kısmi gölgeleme, önemli üretim kayıplarına neden olmaktadır. Panelin yerleştirileceği binanın yakınındaki uzun bir ağacın gölgesinin paneli etkileyip etkilemediği (gölge analizi) teorik olarak araştırılmaktadır. Buna ek olarak, bir panel, sahada birbirine paralel yerleştirilecek birden fazla panelde diğerini gölgede bırakmamalıdır. Bu durumda, aralarında olması gereken mesafeler önceden belirlenmelidir. Forester pusulası icat edilene kadar, Güney yönü basit bir pusula ile uygulanmıştır. Bu çalışmada, forester pusulası tanıtılmış ve panel konumlandırma bu pusula ile gerekli yönlerin nasıl uygulanacağı açıklanmıştır. Konuyla ilgili sayısal uygulama yapılmış, elde edilen bulgular belirtilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Positioning of Photovoltaics and Solar Collectors with Special Instruments and Methods and Investigation of Shadow Factor by Geodesic Method

Research Article

Article History:

Received: 26.02.2021

Accepted: 06.08.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Solar angles

Application of FV panel/collector

angle of inclination

Prevention of fragmented shading,

Forester compass

ABSTRACT

In order to be able to use the PV panel / collector, they must be turned approximately to south direction so that a certain angle of inclination with the horizontal plane. Such positioning may be sufficient for maximum electricity generation / hot water supply throughout the day during summer. The sun's rays come to the earth at a more oblique angle in November, December, January, February and March compared to summer. In this case, it becomes difficult to obtain maximum efficiency from the PV panel / collector positioned according to the summer season. How should solar FV panels/collectors be positioned to take advantage of the sun in the specified months? Solutions to the question have been investigated. In the researches, it was determined that building facades should be

positioned between 150° and 250° (or 135° to 225°) of the sun azimuth angle in order to benefit from the sun in the Thrace region, eastern Mediterranean region and central Anatolia region in our country. Accordingly, the positioning of the PV panels / collectors to be placed on the roof of a building in accordance with the specified values of the sun azimuth angles was investigated. Partial shadowing on PV panels placed to cover the building roof causes significant production losses. Whether the shadow of a tall tree near the building where the panel will be placed affects the panel (shade analysis) is theoretically investigated. In addition, one panel should not overshadow the other in multiple panels to be placed parallel to each other in the field. In this case, the distances that should be between them must be determined in advance. Until the forester compass was invented, the south direction was applied with a simple compass. In this study, the forester compass was introduced and it was explained how to apply the necessary directions with this tool and compass in panel positioning. Numerical application was made on the subject, the findings obtained were stated and recommendations were made.

To Cite: Erdem N., İnce H., Tombuş FE. Positioning of Photovoltaics and Solar Collectors with Special Instruments and Methods and Investigation of Shadow Factor by Geodesic Method. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(3): 217-232.

Introduction

Traditional energy sources for electricity generation are hydroelectric, fossil fuels, and nuclear energy. Increased worldwide interest in renewable energy sources, driven by increased emissions of greenhouse gases and the rapid depletion of fossil fuels. It has to make it necessary to develop and use alternative energy sources, in addition, the protection of the environment, utilization of the national resources at the highest level to ensure the supply of energy resources of the country. Among these sources, photovoltaics is among the most important renewable energy sources. Photovoltaic systems are systems that need to be used at maximum efficiency, when the costs of photovoltaic systems are taken into account, either directly connected to the network or independently of the network (Urbano et al., 2003; Šúri et al., 2007; Ünlü et al., 2015). Today, it is known that solar radiation energy is used for heating, obtaining hot water, and air conditioning. Work on using solar energy has gained momentum especially after 1970, solar energy systems have advanced technologically, but they have fallen in cost and have accepted themselves as an environmentally clean energy source (URL-1).

The solar collector is a device designed to absorb the sun's rays and to pass it through the thermal energy that flows through it. Today, it is known that solar radiation energy is used for heating, obtaining hot water and air conditioning.

Increased worldwide interest in renewable energy sources, driven by increased emissions of greenhouse gases and the rapid depletion of fossil fuels. Among these sources, photovoltaics are among the most important renewable energy sources and these are systems that should be used with maximum efficiency (Urbano et al., 2003). In order to utilize the PV panels / collectors, it must be placed at an angle of inclination equal to the latitude angle with the horizontal plane and the collector surfaces must be turned approximately south. Such positioning may be sufficient for maximum electricity generation/hot water supply throughout the day in summer. The sun's rays come to the earth at a more oblique angle in November, December, January, February and March compared to summer. In this case, it becomes difficult to obtain maximum efficiency from the PV panel / collector positioned according to the summer season.

Alternative methods have been investigated for the positioning of solar PV panels / collectors in order to benefit from the sun in the specified months. In the researches done in our country, it has been determined that the building facades should be positioned between 150° and 250° (or 135° and 225°) of the sun azimuth angle in order to benefit from the sun in the Thrace region, the Eastern Mediterranean region and the Central Anatolia region.

The PV panel is usually positioned on the roof of the building or in open ground. The direction and slope of the building roof affect the efficiency of the PV panel. PV panels are positioned parallel to each other at certain intervals in open fields.

Partial shadowing on PV panels placed to cover the building roof causes significant production losses. Whether the shadow of a height tree near the building where the panel will be placed affects the panel is determined by geodetic measurements in the field. In addition, one panel should not overshadow the other in multiple panels to be placed parallel to each other in the field. In this case, the required distances between them should be determined in advance.

Until the forester compass was invented, the south direction was applied with a simple compass. In this study, the forester compass was introduced and it was explained how to apply the necessary directions with this tool and compass in panel positioning.

In this study, the solar angles are explained first. In order to obtain maximum benefit from PV panels / solar collectors throughout the year, it has been explained how to position them between 150° and 250° of the solar azimuth angle. It is explained how to make shadow analysis with geodetic methods in order to prevent partial shadow situation. Numerical application was made on the subject, the findings obtained were stated and suggestions were presented.

Material and Method

In the material method, firstly, solar angles, partial shadow situation in a PV panel, Investigation of Obstacles in Placing the Panel/Collector with Geodetic Methods, Tools Used in Application of Solar Panels and Application of South Direction will be explained.

Solar Angles

While positioning the structures to benefit from sunlight, incidence direction angles of sun rays (azimuth angles) being utilized. The azimuth angle of the sun consists of the latitude of the construction site (φ), the declination angle of the sun for a particular day of the year (δ), and the angle of the sunrise and sunset according to local noon. These angles are called azimuth (Abood 2015; Som and Pathak 2015).

Latitude (angle) φ : It is the angle of the line that combines the aboveground N point to the plumb-line, with the equatorial plane. It is marked with a (+) from the Equator to north and with a (-) to south.

Hour Angle (h): It is the angle between the line that combines the longitude of the taken into account point on earth with the centrosphere and the longitude indicated by the sun rays. Hour angle is calculated from “sun noon” when the longitude of the sun and the longitude of the point which is being taken into account

are the same. The difference is marked with a (-) for before the local noon, and with a (+) for after the local noon. Every one-hour time difference is considered as an hour angle of 15°.

Declination Angle (δ): It is the angle of the sun rays to the equatorial plane (Figure 1). This angle results from 23° 27' degree which is between the rotational axis of the world and the normal of the orbital plane. Absolute value in solstices is maximum (June 21 summer solstice = +23°.45, December 22 winter solstice = -23°,45). Declination angle is obtained from the equation of:

$$\delta = 23^{\circ},45 \sin \left(360 \left(\frac{n + 284}{365.25} \right) \right) \quad (1)$$

Here, n is the number of days.

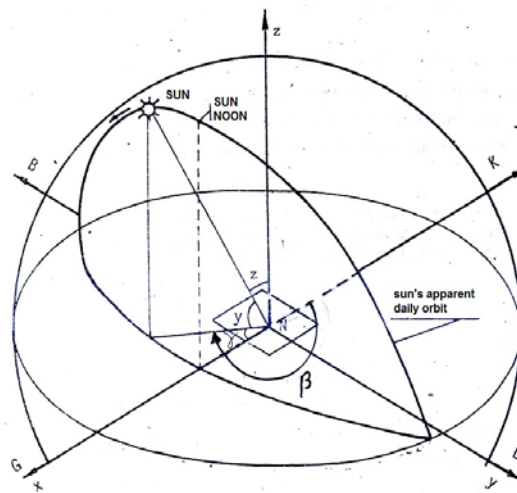


Figure 1. Schematic of the Sun Zenith Angle, Elevation and Azimuth Angle, at the Spherical Triangle from the Point on Earth of N (Abood, 2015).

Zenith angle (z): It is the angle of direct sun rays with the normal of horizontal plane (Figure 1). At sunrise and sunset $z=90^{\circ}$. Zenith angle is obtained from the below formula;

$$\cos z = \cos \delta \cos \varphi \cos h + \sin \delta \sin \varphi \quad (2)$$

Solar elevation angle (y): It is the angle of the horizontal rays of the sun. As seen in Figure 1, $z+y=90^{\circ}$. The solar elevation angle is obtained from the formula: $y=90 - z$.

Solar azimuth angle (β): This angle represents the deviation of sun rays rotation compared to the clockwise direction of north (Figure 1). β as follows;

$$\text{Before the local noon (in degrees) } \beta = 180^{\circ} - \gamma^{\circ}, \text{ (or in grade } \beta = 200 - \gamma^G) \quad (3)$$

$$\text{After the local noon (in degrees) } \beta = 180^{\circ} + \gamma^{\circ}, \text{ (or in grade } \beta = 200 + \gamma^G) \quad (4)$$

$$\cos \gamma = \frac{\cos \delta \cos \varphi \cosh - \sin \delta \cos \varphi}{\cos y} \quad (5)$$

Determination of Sun Azimuth and Elevation Angles in Shape to Provide Maximum Sunrise

In order to maximize the sunlight in many parts of Turkey, when the solar azimuth angles of sunrise and sunset at maximum sunrise times are examined, it has been found that the most favorable location for

buildings is the position of solar azimuth angle between approximately 150° and 250° (Erdem and İnce, 2016), (Figure 2).

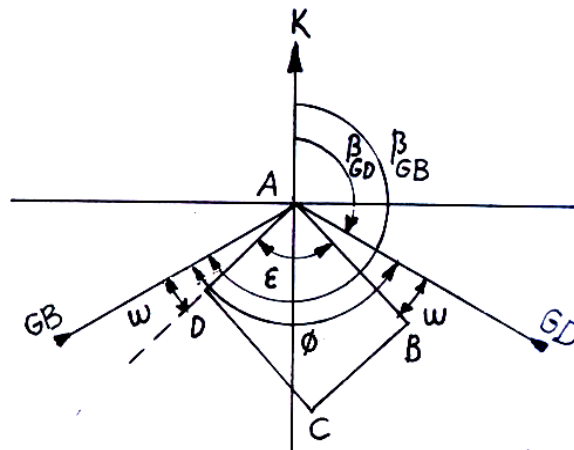


Figure 2. Positioning a rectangular structure of ABCDA between solar azimuth angles where maximum at sunrise (DD) and minimum at sunset (GB) (Erdem and İnce, 2016)

Table 1. Power loss as the amount of shadows falling on the PV panes and the percentage (URL-2).

On the solar panel falling shadow, %	Falling solar panel power lost with shadow, %
13	44
11	47
9	48
6,5	44
3	25

Partial Shading Status in the PV Panels

Photovoltaic systems are systems that need to be used at maximum efficiency, when the costs of photovoltaic systems are taken into account, either directly connected to the network or independently of the network (Ünlü et al., 2015; Karimov et al., 2005; Muntasser et al., 2000; Li et al., 2005). In a detailed study on fragmented ghosting in photovoltaic (PV) panels (Urbano et al., 2003; Ünlü et al., 2015); it has been observed that only one Maximum Power Point (MGN) is present when the radiation on the PV panels is identical, and in the case of fragmentary shadows, there are numerous local (local) MGNs due to the effect of the bypass diodes, by analyzing how the maximum power points change in different shaded states, it has first come to the conclusion that fragmented ghosting situations should be well analyzed to ensure maximum efficiency. One of the biggest mistakes in solar energy systems is the shadows falling on the solar panel. A solar panel is a device that combines multiple cells in series and parallel. The cells inside the solar panel produce electrical energy in connection with each other. No cell is independent of each other. We can think of it as a 4-wheel case of a car, if the car explodes on any wheel, the car can't go smoothly on the road. These wheels in this example are actually the cells inside our solar panel. According to the investigations made, even if there is very little shadow on the solar panel, the current produced by the solar panel has been found to be reduced by almost half (Ramaprabha and Mathur, 2009; Haberlin 2012; Ko and Chung, 2012) (Figure 3).

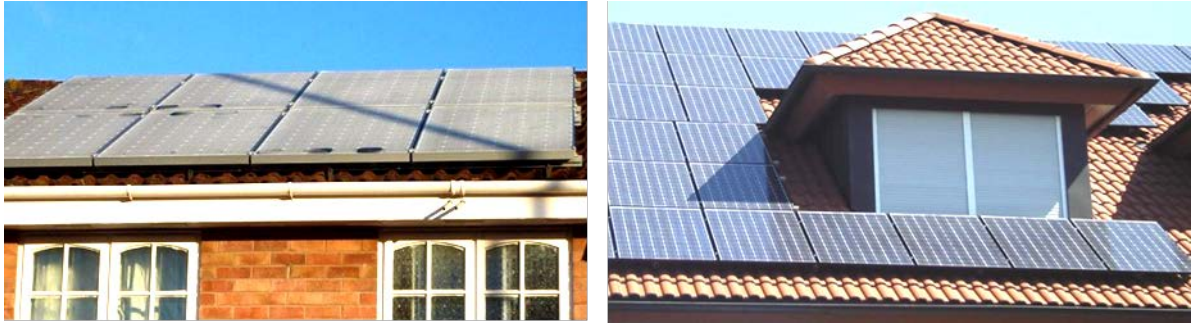


Figure 3. Partial shadow state of the PV panes in the building roof (URL-2)

Shadow quantities falling on a solar panel and power loss rates as a percentage of loss are given in Table 1 (Qiu and Riffat, 2003; Gunerhan and Hepbasli, 2007; Ramaprabha and Mathur, 2009) When the data in Table 1 is taken into account; how important is the shadow that falls on the solar panels, in six serial and parallel solar panels, it is understood that even if one of them is in the shadows and the shaded panel loses efficiency, the others lose efficiency in the same way (URL-2; Qiu and Riffat, 2003; Wang and Hsu, 2009).

Solution of the obstacles that can occur when the panel/collector is placed

Suggestions for the obstacles and conventions that may arise when the solar panels are placed on the building roof are given below (Qiu and Riffat, 2003; MEB);

- For the system to be installed to be efficient and to work smoothly for many years, the direction check must be done before the installation of the solar platform and the system should be installed facing south.
- Attention should be paid to the shadows caused by obstacles and the distance between the solar panels in installations on flat surfaces.
- The high buildings on the arrival side of the sun rays and trees and protruding windows the nearby building where the solar panel will be placed can create a shadow on the panel.
- In Turkey, the sun's rays come with the most oblique (low angle) on December 21 when winter solstice.
- In the case of shadow over the solar panels, the efficiency of the panel drops.
- When the layout of the solar panels is made; the most oblique state of sunlight must be considered.
- Solar panels should also be taken into account when planning the layout of the sun's rays. In Turkey, the sun's rays are the most tilted (low angle) date of December 21.

If there is a shadow on the panel due to an obstruction near the building (the upper branches of a tree near the building), for control, the electronic takeometer is installed a P-point so that it can see the roof of the building to be built with a solar panel and the top of the tree near the building. An electronic tachometer is directed to the point (F) of the building and the junction point (H) to the floor, to the top of the tree (G), and the bottom (J) (Figure 4 and 5).

Z_B' , Z_B , Z_A' , Z_A vertical angles are measured along with the S_B , S_P , and S_A horizontal distances to the building corner, the solar panel direction, and the tree's body (Figure 4 and 5).

GJ tree height with FH building height is derived from the following relations (Anderson and Mikhail, 1998; Bannister et al., 1982);

$$Z_{B'} < 100^\circ \text{ ve } Z_B < 100^\circ \text{ ise } FH = S_B * (\tan(100 - Z_{B'}) - \tan(100 - Z_B)) \quad (6)$$

$$Z_{B'} < 100^\circ \text{ ve } Z_B > 100^\circ \text{ ise } FH = S_B * (\tan(100 - Z_{B'}) + \tan(Z_B - 100)) \quad (7)$$

$$Z_{A'} < 100^\circ \text{ ve } Z_A < 100^\circ \text{ ise } GJ = S_B * (\tan(100 - Z_{A'}) - \tan(100 - Z_A)) \quad (8)$$

$$Z_{A'} < 100^\circ \text{ ve } Z_A > 100^\circ \text{ ise } GJ = S_B * (\tan(100 - Z_{A'}) + \tan(Z_A - 100)) \quad (9)$$

If $Z_{B'} < 100^\circ$ and $Z_B < 100^\circ$, $FH = S_B * (\tan(100 - Z_{B'}) - \tan(100 - Z_B))$

If $Z_{B'} < 100^\circ$ and $Z_B > 100^\circ$, $FH = S_B * (\tan(100 - Z_{B'}) + \tan(Z_B - 100))$

If $Z_{A'} < 100^\circ$ and $Z_A < 100^\circ$, $GJ = S_B * (\tan(100 - Z_{A'}) - \tan(100 - Z_A))$

If $Z_{A'} < 100^\circ$ and $Z_A > 100^\circ$, $GJ = S_B * (\tan(100 - Z_{A'}) + \tan(Z_A - 100))$

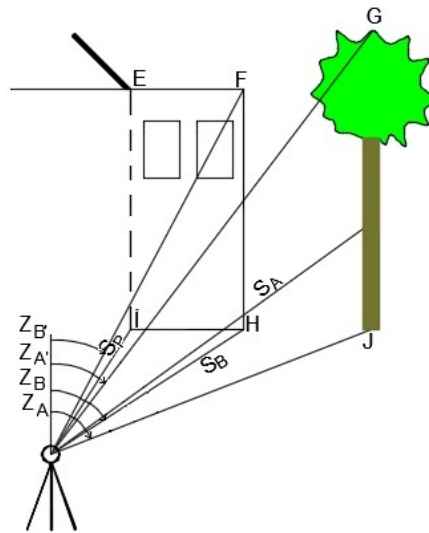


Figure 4. Measurement of vertical angles and horizontal distances.

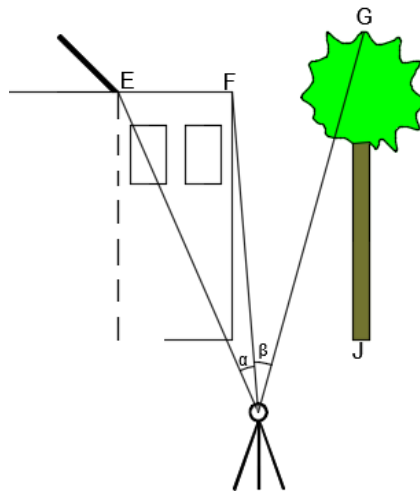


Figure 5. The horizontal distance between G and E.

There is no shadow problem if $GJ < FH$. But;

$$\text{If } GJ > FH, \Delta HFG = GJ - FH \quad (10)$$

The horizontal distance between G and E (Figure 5) is derived from the following relation (Bannister et al., 1982);

$$EG = \sqrt{(S_P^2 + S_A - 2 * S_P * S_A * \cos(\alpha + \beta))} \quad (11)$$

Every year on December 21, the solar zenith angle (Z_G) at a time close to the sunset, starting from local lunch time, is calculated in relation to (2). Taking into account the calculated Z_G angle and the ΔH_{EG} obtained from the relation (10), the L shadow size (Figure 6), which will form ΔH_{EG} difference, is obtained from the following relation.

$$L = \Delta H_{FG} * \tan Z_G \quad (12)$$

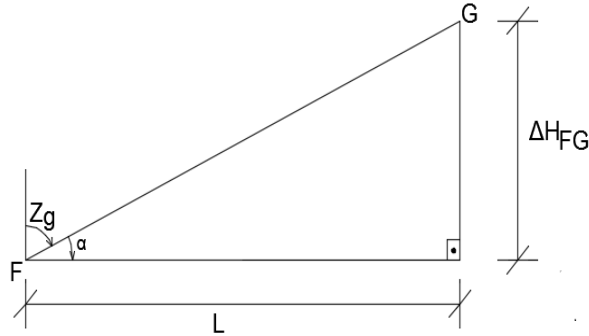


Figure 6. Calculation of L shadow length.

If; If $EG > L$, the shadow length due to ΔH_{FG} difference does not affect the solar panel. If $EG < L$, the shadow length due to ΔH_{FG} difference affects the solar panel. In this case, the position of the solar panel is changed to $EG > L$. In particular, the distance between panels should be considered in installations installed on flat roofs. The solar rays coming into the installed panels must not be cut by the previous panel. In order for panels to not interfere with each other's sunlight, it is necessary to calculate the minimum distance the solar zenith angle (Z_G) at the time of sunset near the sun setting is taken into account on December 21st of the year (Figure 7). In Figure 7;

L_P : The length of the solar panel,

φ : Angle of the solar panel with the horizontal plane (latitude at which it is located),

H_P : Height of the top of the panel from the floor (from the roof of the building)

S_1 : The projection of the L_P oblique length on the time axis,

S_2 : Shadow length of the panel at the height of H_P from the ground to be formed in the ground according to Z_G zenith angle,

S : The horizontal distance between the Panels.

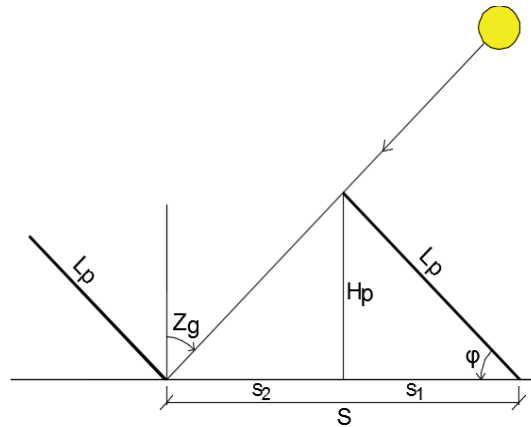


Figure 7. Distance between two PV panels/collectors that are parallel to each other.

According to this; S_1 , S_2 , S are obtained from the following relations;

$$S_1 = H_p / \tan \varphi \quad (13)$$

$$S_2 = H_p * \tan Z_G \quad (14)$$

$$S = S_1 + S_2 \quad (15)$$

In order for the PV panel/collectors to be installed in parallel to each other on the roof of a building not to cut off the sun's rays, the distance between them must satisfy the following condition.

$$S > (S_1 + S_2) \quad (16)$$

Appliances Used in Sun Panels Application and Applied to the South

A compass (Figure 8A) and a forester compass (Figure 8B) are used in the southward direction of the solar panels in the roof of the building. The digital angle meter (Figure 8C) is used to measure the angle of the solar panel with the horizontal plane.

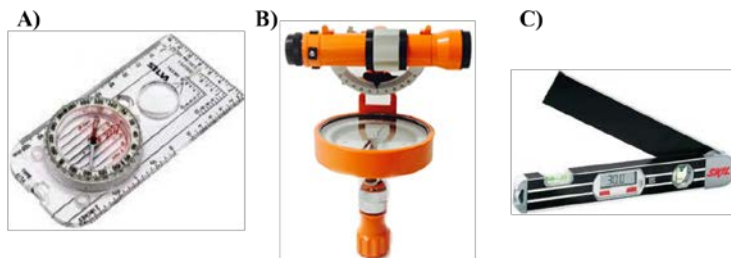


Figure 8. A) Compass, B) Forester compass and C) Digital angle meter

Applied to the South by Compass

When the solar panels are placed facing south, they are injured from the compass. The direction of the pipe connecting the endpoints near the checkers of the panels to be placed on the roof of a building inclined to the south direction is in the east-west direction. Utilizing this feature, a small nail is struck on the eastern side of the roof of the underground building where the solar panel stand will be placed (A), the nail is connected to a thin white rope of 2 m, the person gripping the other end of the rope directs the compass that he puts on the floor to the north to show the red-purple north of the compass. The tensioned rope in this position of the compass is turned in the appropriate direction, passing through the east (E) and west (W) points of the compass. When the specified condition is satisfied, a nail is caught in the trace (B), the other end of your

thread is connected to the spiked nail. The right side of the rope in the AB direction is north and the left side is south (Figure 9). Thus, the south-facing direction is applied to the solar panel.

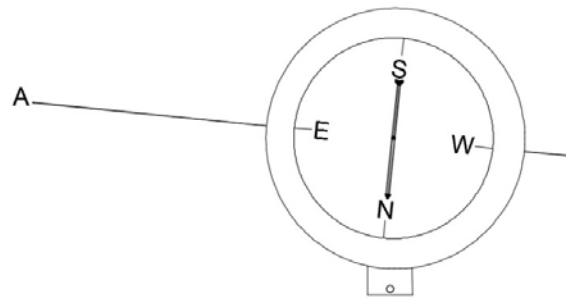


Figure 9. Compass

The Application of the Orientation with the Forester Compass

When the instrument is installed on a specified point on the roof, the feet of the instrument stand is placed so as not to slip, the instrument is fixed to the stand with the aid of a fixing screw (Figure 10). Two cylindrical levels perpendicular to each other in the dial of the tool, after the dial is brought to the setting position by hand, the clamping ring at the top of the fixing screw is fixed in the appropriate direction and the dial is fixed. The dial's general motion screw is loosened and the dial is rotated in the appropriate direction with the north arrow of the compass in the middle and the north (N) direction. When the desired condition is satisfied, the north direction is fixed and the horizontal angle value at the north arrow is read and recorded. By adding 90° the read angle, the angle of the north-south direction perpendicular to the west-east direction is obtained. The dial's general motion screw is loosened, the northern arrow of the magnet is rotated until the calculated angle is reached, when the desired condition is satisfied, the dial's general motion screw is compressed. Looking at the binoculars, an element on the roof at a distance of about 2.5 m. is inserted in the direction of the jalon and the point on the roof of the jalousie is marked when full direction is provided. Thus, the east-west direction of the panel stand is marked on the roof, the left side of this direction shows the north, and the right side shows the south direction (URL-3).



Figure 10. General view of the forecaster

Application of the angle of the panel with a digital anglemeter

The digital anglemeter, before being placed on a roof or roof of a building with a solar panel, is used to mount the panel pipes on the horizontal plane, at the latitude of that location, while mounting the panel pipes

on the upper and lower connection pipes. The digital anglemeter is a movable two-arm instrument connected to a first joint, the other being connected to each other (Figure 8C). On the fixed arm, there are two cylindrical gauges placed perpendicular to each other and an indicator showing the angle of the movable arm with the fixed arm. When the panel tilt angle is applied, the calculated panel tilt angle is moved by the moving arm until it is visible on the screen in the fixed cradle, when the desired condition is satisfied, the fixed arm is tilted to the side, and the tubes of the solar panel are moved to the position parallel to the rocking arm (Duffie et al., 2020).

Positioning the Solar Panel / Collector according to the Solar Azimuth Angles 150°-250° Values

In Turkey, for the utmost benefit from the sun of the building to be constructed in the region of Thrace Eastern Mediterranean and Central Anatolia, the minimum and maximum sun time were investigated (Erdenedavaa et al., 2018; İnce and Erdem, 2019). The most suitable location for sunbathing buildings is where the solar azimuth angle is between approximately 150° to 250° (or 135° to 225°) (Figure 11).

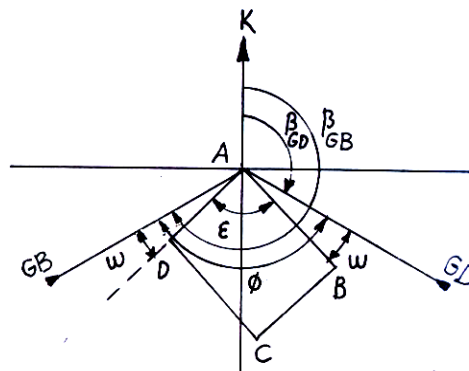


Figure 11. Positioning a rectangular structure of ABCD between solar azimuth angles where maximum at sunrise (DD) and minimum at sunset (GB) (Erdem ve İnce, 2016).

The sun's rays come to the earth at a more oblique angle in November, December, January, February and March. In this case, it becomes difficult to obtain maximum efficiency from the PV panel / collector positioned for the summer season. 150° to 250° (or 135° to 225°) values of the solar azimuth angles should be taken into account in the positioning of solar PV panels / collectors in order to benefit from the sun in the specified months. In order to apply these angles, first, the bearing angle is calculated by considering the coordinates of the corner points of the building facade where the PV panel will be placed. On the roof of the building, a parallel direction to the facade of the building is created by taking equal distances from two separate points on the facade of the building, in the middle of the roof. The tachometer is set up at the starting point of this direction and the scope of the instrument is directed to the other end of the line, from this direction, the angle equal to the difference of 150° or 250° from the parallel direction is applied in the appropriate direction (İnce ve Erdem, 2019). The end points of the PV panel in contact with the ground are placed in the direction of the application of the specified angle. Thus, the panel direction is positioned above the specified direction of the sun azimuth angle. Solar panels to be used all year round should be positioned according to the directions specified in the following seasons. Accordingly, the panel surface is;

-In the spring, it should be positioned so that it faces south-east in a direction perpendicular to the south-west north-east direction.

- It should be positioned to face south in summer.
- In the autumn, it should be positioned so that it faces southwest in a direction perpendicular to the north-west south-east direction.

Solar panels are generally placed on the building roof in a fixed position. A separate mechanical layout should be created for the change of position of the panel that will occur according to the seasons (Koçer et al., 2016).

Applications

Sun azimuth and zenith angles will be determined to provide maximum insolation in Thrace region where the application is made. The most suitable location for buildings in sunbathing in the Thrace region is where the sun azimuth angle is approximately 150° to 250° (or 135° to 225°) (Figure 12).



Figure 12. Solar panel to be placed on the building roof

Solar zenith angle required for minimum spacing is taken into account when placing multiple panels in parallel to each other and at certain intervals. This angle is the sun zenith angle at $h = 3$ hours from local noon on December 21 of the year for the Thrace region. In order to calculate this angle, first the solar declination angle, hour angle and geographic latitude angle are required. In the calculation of the declination angle δ the day of the year for December 22 was taken as $n = 355$, and from equation (1), the declination angle = $-23,449878$ was obtained. And on this date, the hour angles for sunrise and sunset for Edirne in the Thrace region from the local noon time were calculated and shown in Table 2.

Table 2. Values of solar zenith lines between $h = 0$ and $h = 4$ on December 21 in the Thrace region.

Date of year	Day of Year (n)	δ°	Sun Clock Angles (h) $^\circ$						
			Sunrise	Sunset	0	1	2	3	4
21 December	355	23,4498	4:42	4:35	64.44459	65.98062	70.3845	77.15718	85.72365

The calculation of the angle clock, has benefited from leafy calendar published by the Turkey Religious Foundation. This calendar includes local noon, sunrise and sunset times for each day of the year in designated cities. In solar PV / panels, the zenith angle stated above is calculated as $Z_G = 77^\circ,15818$; taking into account the equation (2) $h = 3$, $\varphi = 41^\circ,6667$ and the calculated equation value. For Edirne in Trakya

region, the angle of inclination of a solar panel to be used in summer and winter with a horizontal plane to be made on a roof of a building is $\varphi = 41^{\circ},40$. The solar panels to be used in the Thrace region are manufactured in a way that the pipes in the panel provide the latitude angle of the region with the horizontal plane. In placing the panel mounted in this way on the building roof; First, the east-west direction was applied with the compass as indicated in section 2.1. The foot points of the panel (points that touch the building roof) shown in Figure 12, with the surface of the panel formed by pipes facing south, were placed on the panel roof, staying on the east-west line. The pipe length in inclined position in the panel placed is = 2045 mm. The projection length of the inclined panel on the horizontal plane is $S_1 = 2,045 * \cos\varphi = 1,528$ m. The height of the upper part of the panel from the building roof is $H_P = 2,045 * \sin\varphi = 1,360$ m. The shadow length of the upper part of the panel at H_P height according to the zenith angle (Z_G) calculated for December 21 is $S_2 = H_P * \tan Z_G = 5,966$ m. The distance between parallel panels to be placed on the roof is according to Figure 7; $S = S_1 + S_2 = 7,326$ m.

It has been investigated whether a tree located near the building where the solar panel is placed affects the solar panel. In accordance with Figure 4, a P point was determined to see the E point, the F corner of the roof and the top G point of the tree. An electronic tacheometer was installed at the P point and the geodetic measurements made are given in Table 3. Considering the data, it has been investigated whether there is ghosting on the solar panel.

Table 3. Geodetic measurements carried out to investigate the shading of the panel from the station point P

Station Point	Connection Point	Horizontal Angle	Horizontal Distance	Vertical Angle	Height of Reflector
P a=1,55m	E	0,0000	-	-	-
	F	5,2556	-	85,7020	-
	G	10,1284	-	83,5030	-
	I	0,0000	67,836	101,6480	1,55
	H	5,2556	69,836	101,6480	1,55
	J	13,4284	75,345	101,5040	1,55

Solution:

$$FH = 69,836 * (\tan(100 - 85,7020) + \tan(101,6480 - 100)) = 17,762 \text{ m}$$

$$GJ = 75,345 * (\tan(100 - 83,5030) + \tan(101,5040 - 100)) = 21,754 \text{ m}$$

$$\Delta H_{FG} = \Delta H_{EG} = GJ - FH = 3,992 \text{ m}$$

$$Z_G = 77^{\circ},15818 = 85^{\circ},7313$$

$$L = \Delta H_{FG} * \tan Z_G = 3,992 * \tan 85,7313 = 17,512 \text{ m}$$

$$EG = \sqrt{(S_P^2 + S_A^2 - 2 * S_P * S_A * \cos(\alpha + \beta))} = \sqrt{(75,345^2 + 69,836^2 - 2 * 75,345 * 69,836 * \cos 13,4284)} = 16,236$$

Since $L > EG$, there is a shadow effect. The panel must be moved so that $EG > L$.

Results

The panel pipe length in the inclined position, for example 2045 mm, to be placed on a building roof in the Thrace region, at an angle of inclination of $\varphi = 41^{\circ},666$;

- the projection length in the horizontal plane is $S_1 = 2,045 * \cos\varphi = 1,528$ m.

- the height of the upper part of the sampled panel from the building roof is $H_P = 2,045 * \sin\varphi = 1,360$ m

distance between these parallel panels to be placed on a building roof, according to Figure 6; It should not be less than $S=S_1+S_2=7,326$ m. In the placement of multiple panels in parallel position and at certain intervals in the Thrace region; for the solar zenith angle on December 21, $h=3$ should be taken as the hour angle. When $h > 3$, the distance between the panels to be created increases. Due to global climate change, the average temperatures in the Northern hemisphere have tended to increase by about $0,07^{\circ}\text{C}$ in annual temperatures and $0,074^{\circ}\text{C}$ in winter temperatures every 10 years (Koçer et al., 2016; Lobaccaro et al., 2019).

Discussion

In the placement of multiple panels in parallel position and at certain intervals in the Thrace region; for the solar zenith angle on December 21, $h=3$ should be taken as the hour angle. When $h > 3$, it is not possible to benefit from the sun that comes very obliquely near the evening hours in winter. For this reason, $h=3$ as the hour angle for the sun zenith angle in the Thrace Region on December 21 is the most suitable time. When $h > 3$, the distance between the panels parallel to each other increases. This will cause a decrease in the number of panels to be placed on a building roof and a decrease in the efficiency to be provided by solar energy. The effects of global climate change on renewable energy sources such as wind and sun in our country may differ according to regions, wind speed and sunshine duration and intensity may vary (Türkeş et al., 2000). This may require repositioning of the solar panels to be placed on the roof of the building in our country. In order to benefit from the sun in the above-mentioned seasons, in addition to positioning the solar panel between the maximum and minimum values of the tilt angle, the maximum sunlight effect can be increased by changing the angle of the panels in winter and summer with the support of a mobile system and an autonomous software.

Conclusions

- In the Thrace region, the sun azimuth angles specified in the positioning of the buildings to benefit from sunlight during the day should also be taken into account in the positioning of the solar panels to be placed on the roofs of the buildings.
- The sun's rays come to the earth at a more oblique angle in November, December, January, February and March. In this case, it becomes difficult to obtain maximum efficiency from the PV panel / collector positioned for the summer season. 135° to 225° values of the solar azimuth angles should be taken into account in the positioning of solar PV panels / collectors in order to benefit from the sun in the specified months.
- Solar panels to be used all year round should be positioned according to the directions specified in the following seasons.
- Accordingly, the panel surface is
- In the spring, it should be positioned so that it faces south-east in a direction perpendicular to the south-west north-east direction. It should be positioned to face south in summer.
- In the autumn, it should be positioned so that it faces southwest in a direction perpendicular to the north-west south-east direction.

- Solar panels are generally placed on the building roof in a fixed position. A separate mechanical layout should be created for the change of position of the panel that will occur according to the seasons.
- Partial shadowing on PV panels placed on the building roof causes significant production losses. Whether the shadow of a tall tree located near the building where the panel will be placed affects the panel should be determined by geodetic measurements to be made in the field by a technical cartographer.
- To direct the solar panel to the south direction on the building roof, the east-west direction is determined with a compass with an accuracy of $\pm 1^\circ$. However, on the roof of the building, the south direction is applied more precisely ($\pm 0^\circ,01$) with a forester's compass by a mapping technician or engineer.
- In order to benefit from the sun in the above-mentioned seasons, in addition to positioning the solar panel between the maximum and minimum values of the tilt angle, the maximum sunlight effect can be increased by changing the angle of the panels in winter and summer with the support of a mobile system and an autonomous software.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- Abood AA. A Comprehensive solar angles simulation and calculation using Matlab. *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 2015; 6(4): 367-376.
- Anderson JM., Mikhail EM. *Surveying theory and practice*. 7th ed. Boston, MA: Mc Graw Hill, 1998.
- Bannister A., Raymond S., Baker R. *Surveying*. 7th ed. Harlow, UK: Addison Wesley Longman Limited Edinburg Gate, 81–82, 1982.
- Duffie JA., Beckman WA., Blair N. *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind* (5th ed). New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2020.
- Erdem N., İnce H. The proposal of the building application for more benefiting from solar light. *Selçuk International Scientific Conference on Applied Sciences Conference*, 27-30 September, Antalya, 2016.
- Erdenedavaa P., Rosato A., Adiyabat A., Akisawa A., Sibilio S., Ciervo A. Model analysis of solar thermal system with the effect of dust deposition on the collectors. *Energies* 2018; 11(1795): 1-14.
- Gunerhan H., Hepbasli A. Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building applications. *Building and Environment* 2007; 42: 779-783.
- Haberlin H. *Photovoltaics system design and practice*, John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, United Kingdom. ISBN 978-1-119-99285, 2012.

- İnce H., Erdem N. Positioning buildings on a zoning island to provide maximum shading: A case study. *International Journal of Engineering and Geosciences* 2019; 4(3): 129-140.
- Karimov KS., Saqibb MA., Akhterc P., Ahmedd MM., Chatthad JA., Yousafzaid SA. A simple photovoltaic tracking system, *Solar Energy Materials & Solar Cells* 2005; 87: 49-59.
- Ko JS., Chung DH. Control of a novel pv tracking system considering the shadow influence. *Journal of Electrical Engineering & Technology* 2012; 7(4): 524-529.
- Koçer A., Şevik S., Güngör A. Determination of solar collector optimum tilt angle for Ankara and districts. *Journal of Uludağ University Engineering Faculty* 2016; 21(1): 63-78.
- Li DHW., Cheung GHW., Lam JC. Analysis of the operational performance and efficiency characteristic for photovoltaic system in Hong Kong. *Energy Conversion and Management* 2005; 46: 1107-1118.
- Lobaccaro G., Lisowska MM., Saretta E., Bonomo P., Frontini F. A methodological analysis approach to assess solar energy potential at the neighborhood scale. *Energies* 2019; 12: 3554.
- MEB. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Yapılarda Güneş Panel Sisteminin Kurulması, Ankara, 2013.
- Muntasser MA., Bara MF., Quadri HA., El-Tarabelsi R., I. Laazebi F. Photovoltaic marketing in developing countries. *Applied Energy* 2000; 65(1-4): 67-72.
- Qiu G., Riffat SB. Optimum tilt angle of solar collectors and its impact on performance. *International Journal of Ambient Energy* 2003; 24: 13-20.
- Ramaprabha R., Mathur BL. Impact of partial shading on solar PV module containing series connected cells. *International Journal of Recent Trends in Engineering* 2009; 2(7): 56-60.
- Som T., Pathak R. Maximum solar power generation through optimization of tilt solar angles of solar panels by heuristic technique. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering* 2015; 3(4): 1-7.
- Šúri M., Huld TA., Dunlop ED., Ossenbrink HA. Potential of solar electricity generation in the European Union *Energy* 2007; 32(10):1295-1305.
- Türkeş M., Sümer UM., Çetiner G. Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları. 2000; 7-24.
- Ünlü M., Çamur S., Beşer E., Arifoğlu B. Fotovoltaik enerji dönüşüm sistemlerinde parçalı gölgelenme durum analizi. *Kaynak Elektrik Enerji, Elektrik, Aydınlatma, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi* 2015; 314: 83-87.
- Urbano JA., Matsumoto Y., Asomoza R., Aceves FJ., Sotelo A., Jacome A. 5Wp PV module-based stand-alone solar tracking system, 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion 2003.
- URL_1: <http://www.eie.gov.tr/index.html>, (Date of Access: 10 May 2016).
- URL_2: <http://www.enerjibes.com/gunes-panelleri-ve-golge-analizi/>, (Date of Access: 12 Jun 2017).
- URL_3: <https://www.baytekin.com.tr/urun/diger-orman-urunleri/harbin-dql-12z-ormanci-pusulasi>, (Date of Access: 18 May 2016).
- Wang YJ., Hsu PC. Analysis of partially shaded pv modules using piecewise linear parallel branches model. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 2009; 60: 783-789.



On the Idempotents of Semigroup of Partial Contractions of a Finite Chain

Muhammad Mansur ZUBAIRU^{1*}, Bashir ALI²

¹Department of Mathematics, Bayero University Kano, PM. Box 3011 Kano Nigeria

²Department of Mathematics, Nigerian Defence Academy, Kaduna

¹<https://orcid.org/0000-0001-5099-5956>

²<https://orcid.org/0000-0002-5923-9433>

*Corresponding author: mmzubairu.mth@buk.edu.ng

Research Article

Article History:

Received: 28.09.2020

Accepted: 14.03.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Transformations semigroup

Contraction maps

Idempotents

ABSTRACT

Let $[n] = \{1, 2, \dots, n\}$ be a finite chain. Let \mathcal{P}_n and \mathcal{T}_n be the semigroups of partial and full transformations on $[n]$, respectively. Let $\mathcal{CP}_n = \{\alpha \in \mathcal{P}_n : |x\alpha - y\alpha| \leq |x - y| \forall x, y \in \text{dom } \alpha\}$ and $\mathcal{CT}_n = \{\alpha \in \mathcal{T}_n : |x\alpha - y\alpha| \leq |x - y| \forall x, y \in [n]\}$. Then \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n are subsemigroups of \mathcal{P}_n and \mathcal{T}_n , respectively. In this paper, we characterize the idempotent elements and compute the number of idempotents of height $n-1$ and $n-2$ for the semigroups \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n respectively.

To Cite: Zubairu MM., Ali B. On the Idempotents of Semigroup of Partial Contractions of a Finite Chain. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 233-241.

Introduction

Let $[n] = \{1, 2, \dots, n\}$ be a finite chain, we adopt as in the literature, the notations \mathcal{P}_n and \mathcal{T}_n to denote, partial and full transformation semigroups on $[n]$, respectively. A map $\alpha \in \mathcal{P}_n$ is said to be a contraction if and only if $|x\alpha - y\alpha| \leq |x - y| \forall x, y$ in $\text{dom } \alpha$. Let

$$\mathcal{CP}_n = \{\alpha \in \mathcal{P}_n : |x\alpha - y\alpha| \leq |x - y| \forall x, y \in \text{dom } \alpha\}$$

and

$$\mathcal{CT}_n = \{\alpha \in \mathcal{T}_n : |x\alpha - y\alpha| \leq |x - y| \forall x, y \in [n]\}.$$

Then \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n are subsemigroups of \mathcal{P}_n and \mathcal{T}_n , respectively. They are known to be the semigroups of partial and full contraction of $[n]$, respectively. For basic concept in semigroup theory, we refer the reader to Howie (1995).

Let α be element of S , where S is any of the transformation semigroups \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n . Then $\text{dom } \alpha$, $\text{im } \alpha$, $h(\alpha) = |\text{im } \alpha|$ and $b(\alpha) = |\text{dom } \alpha|$ denote the *domain*, *image*, *height* and *width* of α , respectively. Also, let $\text{fix } \alpha = \{x \in \text{dom } \alpha / x\alpha = x\}$, $f(\alpha) = |\text{fix } \alpha|$, $\text{shift}(\alpha) = \{x \in \text{dom } \alpha / x\alpha = x\}$, $\text{def}(\alpha) = |\text{shift}(\alpha)| = |\text{dom } \alpha| - f(\alpha)$ and $Jr = \{\alpha \in S / h(\alpha) = r\}$. For $\alpha, \beta \in S$, the composition of α and β is defined as $x(\alpha \circ \beta) = (x\alpha)\beta$ for all x in $\text{dom } \alpha$. Without ambiguity, we shall be using the notation $\alpha\beta$ to denote $\alpha \circ \beta$.

The algebraic study of various semigroups of contraction were initiated recently. For example; Zhao and Yang (2012) characterized regularity and Green's equivalences for the semigroup of order preserving partial contractions OCP_n . Recently, Ali et al., (2018) extend this study to the general semigroup of partial contractions CP_n . These semigroups were shown to be left abundant, for example see the work of Umar and Zubairu (Umar and Zubairu, 2018a; Umar and Zubairu, 2018b). In another development, Garba et al., (2017) characterized the starred Green's equivalences on the semigroup of full contraction CT_n . Moreover, the ranks of the subsemigroups of order preserving or order reversing full contraction, $ORCT_n$ (also known as the semigroup of monotone or anti-tone full contraction maps) and order preserving full contractions, OCT_n (also known as the semigroup of monotone full contraction maps) were computed by Toker (2020). Furthermore, as an extension of the work of Bugay (2020); Toker (2020) computes the ranks of certain ideals of the subsemigroups $ORCT_n$ and OCT_n , respectively. Most of these algebraic properties leads to many combinatorial problems.

An element a in a semigroup S is said to be an *idempotent* if and only if $a^2=a$. The set of all idempotents in any semigroup S is denoted by $E(S)$. The cardinality of idempotents of many semigroups of transformation on chain have been found. For example; in 1961, Clifford and Preston (1961) study the idempotents in \mathcal{L} -class and \mathcal{R} -class of \mathcal{T}_n and gave under Exercise 2.2(2a) the number of idempotents in each \mathcal{L} -class of height r in \mathcal{T}_n is r^{n-l} and that of \mathcal{R} -class correspond to the product $n_1n_2 \dots n_r$, where $n = n_1 + n_2 + \dots + n_r$ is a partition of $[n]$. In 1968, similar study was carried out by Tainter (1968). He characterized and computes the number of idempotents of the semigroup of full transformations \mathcal{T}_n . Moreover, Garba (1990), computes the number of idempotents in the semigroup of partial transformations \mathcal{P}_n . In fact the number of idempotents of many subsemigroups of \mathcal{P}_n and \mathcal{T}_n were readily available in the existing literature. For example, Howie (1971) computes the number of idempotents in the semigroup of order preserving full transformation on $[n]$. Later on, similar question was raised by Gomes and Howie (1992) for the semigroup of order preserving partial transformations on $[n]$, which was later answered by Laradji and Umar (2004). For most of these existing combinatorial results, we refer the reader to Umar (2014) and Gayushkin and Mazorchuk (2009). However, it seems like, the number of idempotents in the new semigroups of partial and full contractions on a chain have not been found. In this paper, we characterize the idempotents elements and compute the number of idempotents of height $n-1$ and $n - 2$ for the semigroups CP_n and CT_n , respectively.

Idempotents and their characterizations

In this section, we characterize the idempotent elements in CP_n . At the end of this section, we give as a corollary that $E(CP_n)$ is not a semigroup.

Now let $\alpha \in \mathcal{CP}_n$ of height r ($0 \leq r \leq n$). Then $\text{dom } \alpha \subset [n]$ can always be partitioned into blocks as $\text{dom } \alpha = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_r$ and α is expressible as

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_r \\ a_1 & a_2 & \dots & a_r \end{pmatrix},$$

where $A_i \alpha = a_i$ and $|a_i - a_j| \leq |x - y|$ for all $x \in A_i$ and $y \in A_j$ ($i, j \in \{1, 2, \dots, r\}$). A subset B of $[n]$ is called *convex* if whenever $a, b \in B$ with $a \leq b$ and $a < c < b$ ($c \in [n]$) then $c \in B$. Now we expand this definition a little bit. Let $\emptyset \neq A \subset [n]$ and let $\emptyset \neq C \subset A$. Then C is called convex subset of A if whenever $a, b \in C$ with $a \leq b$ and $a < c < b$ ($c \in A$) then $c \in C$. For example, $B = \{3, 4, 5, 6\}$ is a convex subset of $[6]$ and, for $A = \{1, 3, 5, 6, 7\}$, $B = \{1, 3, 5\}$ is a convex subset of A .

The following results are about image of a contraction. These are found in (Ali et al., 2018; Adeshola and Umar, 2018).

Lemma 1 (Ali et al., 2018, Lemma 1.8). *Let $\alpha \in \mathcal{CP}_n$ and let A be a convex subset of $\text{dom } \alpha$. Then $A\alpha$ is convex.*

Corollary 2 (Adeshola and Umar, 2018, Lemma 1.2). *Let $\alpha \in \mathcal{CT}_n$. Then $\text{im } \alpha$ is convex.*

It is well known that $\alpha \in E(\mathcal{P}_n)$ if and only if $\text{im } \alpha = \text{fix } (\alpha)$. In particular,

$$\alpha = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_r \\ a_1 & a_2 & \dots & a_r \end{pmatrix} \in J_r$$

is an idempotent if and only if $f(\alpha) = r$, in other words the blocks A_i ($1 \leq i \leq r$) are stationary, i. e., $a_i \in A_i$ for all $1 \leq i \leq r$. These properties also holds for the semigroup $\mathcal{CP}_n \subset \mathcal{P}_n$.

Theorem 3. *If $\alpha \in E(\mathcal{CP}_n)$ with $h(\alpha) = r$ then $\text{fix } \alpha$ is a convex subset of $\text{dom } \alpha$.*

Proof. Let $\alpha = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_r \\ a_1 & a_2 & \dots & a_r \end{pmatrix} \in E(\mathcal{CP}_n)$. Suppose by way of contradiction that $\text{fix } \alpha$ is not convex

subset of $\text{dom } \alpha$. Then there exist $x, y \in \text{fix } \alpha$ such that $x \leq y$ and $x < z < y$ ($z \in \text{dom } \alpha$) and $z \notin \text{fix } \alpha$.

Thus there exists $j \in \{1, 2, \dots, r\}$ with $z \in A_j$. Since α is an idempotent then by definition $z\alpha \in \text{fix } \alpha$.

Let $t = z\alpha$ and notice that the block A_j is stationary for each $1 \leq i \leq r$. Then it follows that $t \in A_j$ and

therefore $t, z \in A_j$. Thus either $t < z$ or $t > z$. Now suppose $t < z$. Notice that $z \leq y$. Thus

$$|z\alpha - y\alpha| = |t - y| > |z - y|$$

and similarly if we assume that $z < t$, and notice also that $x \leq z$, then

$$|z\alpha - x\alpha| = |t - x| > |x - z|.$$

Thus the two cases contradict the fact that α is a contraction and hence the result follows.

Corollary 4. *If α is an idempotent in \mathcal{CP}_n of height r then fixed points of α are tied together.*

Remark 5. As a consequence of Theorem 3, Lemma 1 and Corollary 2 we have that for all idempotents $\varepsilon \in \mathcal{CP}_n$, there exists a subset A of $\text{dom } \varepsilon$ such that A is convex.

Lemma 6. Let α, β be elements of $E(\mathcal{CP}_n)$. If $\text{fix } \alpha \cap \text{fix } \beta = \emptyset$ then $\alpha\beta$ is not necessary an idempotent.

To see this, consider $\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ and $\beta = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 4 & 5 & 4 \end{pmatrix}$ elements of $CP6$.

The composition is $\alpha\beta = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}$. Which is not an idempotent.

Remark 7. Let α, β be elements in $E(\mathcal{CP}_n)$, if $\text{fix } \alpha \cap \text{fix } \beta = \emptyset$ then $\alpha\beta$ is an idempotent if and only if $\text{im } \beta = \{x\}$ and there exists $y \in \text{dom } \beta$ such that $y\beta = x$ and $x\alpha = y$ or there exists $y \in \text{dom } \alpha$ such that $y\alpha = x$ and $x\beta = y$.

As a consequence of Lemma 6, we readily have the following:

Corollary 8. $E(\mathcal{CP}_n)$ is not a semigroup.

Number of Idempotents in the semigroups \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n

In this section, we compute the number of idempotent elements of height $n - 1$ and $n - 2$ of the semigroups \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n , respectively. We also compute the order of idempotents of height 2 and width greater than or equal to $n-1$ in \mathcal{CP}_n and give as a corollary the order of idempotent elements in \mathcal{CT}_n of height 2. At the end of the section, we give as a conjuncture, the number of idempotent elements in \mathcal{CT}_n of height $n - 3$. The method of proof used in the results of this section were mainly combinatorial arguments.

Now let $S = \mathcal{CP}_n$ and $E(J_r)$ be the set of idempotents of height r in \mathcal{CP}_n . We compute the order of idempotents in S of height $n - 1$ and height $n - 2$ in the following theorem.

Theorem 9. Let $S = \mathcal{CP}_n$. Then

(i) $|E(J_{n-1})| = n + 4$, for $n \geq 3$;

(ii) $|E(J_{n-2})| = \frac{n^2 + 7n + 28}{2}$, for $n \geq 5$.

Proof. (i) Let $\alpha \in E(J_{n-1})$ for $n \geq 3$. Then since α is a partial map, $\text{dom } \alpha \subseteq [n]$, and since $h(\alpha) \leq |\text{dom } \alpha|$ and $h(\alpha) = n - 1$ then either $|\text{dom } \alpha| = n$ or $|\text{dom } \alpha| = n - 1$. As such $E(J_{n-1}) = \{\alpha \in E(J_{n-1}) : |\text{dom } \alpha| = n\} \cup \{\alpha \in E(J_{n-1}) : |\text{dom } \alpha| = n - 1\}$.

(a) Now suppose $|\text{dom } \alpha| = n$. Then $\text{dom } \alpha$ is of the form $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ where $a_i < a_{i+1}$ and $a_i \in [n]$ for all i . Thus by Corollary 4, α is in of the following types:

$$\text{first type } \alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-1} & a_n \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-1} & k \end{pmatrix} \text{ or second type } \alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-1} & a_n \\ k & a_2 & \cdots & a_{n-1} & a_n \end{pmatrix},$$

where $k \in \text{fix } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-1}\}$.

If α is of the first type. Then α is a contraction if and only if $k = a_{n-1}$ or $k = a_n$ (i. e., there are only 2 choices for k in this case) and similarly if α is of the second type, then α is a contraction if and only if $k = a_1$ or $k = a_2$ (i. e., there are only 2 choices for k in this case). Thus by sum rule we have all together a total of 4 idempotent elements.

(b) Secondly, suppose $|\text{dom } \alpha| = n - 1$, then there are $\binom{n}{n-1}$ possible domains in $[n]$ of order $n - 1$,

which turns out to be n after simplification. For a particular case, consider $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-1}\}$. Then to form an idempotent of height equal $n - 1$, we first notice Corollary 4 that the fixed points are tied together. Thus α is of the form

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} \end{pmatrix}$$

i. e., a partial identity on $[n]$. This can be done in only 1 way. Using product rule, there are total of $n \times 1$ ways of forming such idempotent elements. Hence all together from (a) and (b) we have a total of $n + 4$ idempotents.

(ii) Let α be an idempotent of height equal $n - 2$ in S , for $n \geq 5$. Since α is a partial map then α has 3 possible domains, i. e., domain of order $n, n - 1$ or $n - 2$.

(a) Suppose $|\text{dom } \alpha| = n$. Then $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n\}$. Notice that $h(\alpha) = n-2$, therefore by Corollary 4, the $n - 2$ fixed point must be tied together. This can be done in three(3) ways, i. e., α is either

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & a_n \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & x & y \end{pmatrix} \text{ or } \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & a_n \\ x & y & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & a_n \end{pmatrix} \text{ or } \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & a_n \\ x & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & y \end{pmatrix},$$

where $x, y \in \text{fix } \alpha$.

Notice that the first type and the second type elements have the same number of choices of x and y . Thus we may consider

$$\alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} & a_n \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & x & y \end{pmatrix}.$$

Thus α is a contraction if and only if x and y have the following choices, $(x = a_{n-1} = y)$ or $(x = a_{n-3} = y)$ or $(x = a_{n-2}$ and $y = a_{n-3})$ or $(x = a_{n-3}$ and $y = a_{n-2})$ or $(x = a_{n-3}$ and $y = a_{n-4})$. This gives five(5) idempotents. All together we have a total of 2×5 number of idempotents. Now for the third type α , the choices for x and y are either $(x = a_2$ and $y = a_{n-1})$ or $(x = a_2$ and $y = a_{n-2})$ or $(x = a_3$ and $y = a_{n-1})$ or

($x = a_3$ and $y = a_{n-2}$), which is a total of 4 ways. Now all together we have $(2 \times 5 + 4)$ number of idempotent elements which simplify to 14 number of idempotent elements.

(b) Suppose $|\text{dom } \alpha| = n - 1$. Notice that there are $n - 2$ fixed points and by Corollary 4 these fixed points are tied together (i. e., convex). Thus the domain of α is of three types, each a subset of $[n] = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$. i. e.,

Type(1): $\text{dom } \alpha$ is either $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}\}$ or $\{a_2, a_3, \dots, a_n\}$ (i. e., a convex subsets of $[n]$ of order $n - 1$);

Type(2): $\text{dom } \alpha$ is either $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_n\}$, $\{a_1, a_3, a_4, \dots, a_n\}$ or $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-3}, a_{n-1}, a_n\}$ or $\{a_1, a_2, a_4, \dots, a_n\}$ i. e., a subset with a_{n-1} missing in the first type, a_2 missing in the second type, a_{n-2} missing in the third type and a_3 missing in the fourth type, respectively.

Type(3): $\text{dom } \alpha$ is either $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-r}, a_{n-r+2}, \dots, a_n\}$ or $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-r-1}, a_{n-r+1}, \dots, a_n\}$, where $4 \leq r \leq n - 3$.

We treat each type separately:

Subtype(1): $\text{dom } \alpha$ is $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}\}$ or $\{a_2, a_3, \dots, a_n\}$ (i. e., a convex subset of $[n]$ of order $n - 1$). In particular, consider $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}\}$. Then α is either $\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & x \end{pmatrix}$ or

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} \\ x & a_2 & \cdots & a_{n-2} & a_{n-1} \end{pmatrix}.$$

So in each case if $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}\}$ we have 4 idempotents and similarly if $\text{dom } \alpha = \{a_2, a_3, \dots, a_{n-2}, a_n\}$ we also have 4 idempotents, therefore we have 8 idempotents.

Subtype(2): If ($\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_n\}$ or $\{a_1, a_3, a_4, \dots, a_n\}$) and

($\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-3}, a_{n-1}, a_n\}$ or $\{a_1, a_2, a_4, \dots, a_n\}$) i. e., a subset with a_{n-1} or a_2 missing and a subset with a_{n-2} or a_3 missing, respectively.

Now suppose $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_n\}$. Then α is either of the following forms:

$$\alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-2} & a_{n-1} \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-2} & x \end{pmatrix} \text{ or } \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-2} & a_n \\ y & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-2} & a_n \end{pmatrix}.$$

Thus ($x = a_{n-2}$) or ($x = a_{n-3}$) or ($x = a_{n-4}$) and ($y = a_1$) or ($y = a_1$), which gives a total of 5 idempotents, therefore we have all together 2×5 idempotents.

Now for $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-3}, a_{n-1}, a_n\}$, α is either of the following forms:

$$\alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-1} & a_n \\ a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-1} & x \end{pmatrix} \text{ or } \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-1} & a_n \\ y & a_2 & \cdots & a_{n-3} & a_{n-1} & a_n \end{pmatrix}.$$

Thus, x has only one choice, which is a_{n-1} and y has two choices, i. e., ($y = a_2$) or ($y = a_3$). This gives a total of 3 idempotents, therefore all together we have a total of 2×3 idempotents.

Subtype(3): If $n = 5$ or $n = 6$ anyone can check the result holds. Now suppose $n \geq 7$.

If $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-r}, a_{n-r+2}, \dots, a_n\}$ or $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-r-1}, a_{n-r+1}, \dots, a_n\}$ for $4 \leq r \leq n - 3$, it is easy to see that there are $4n-24$ idempotents.

(c) Suppose $|\text{dom } \alpha| = n - 2$. Notice that $h(\alpha) = n - 2$ and α is an idempotent, then $\text{dom } \alpha = \text{im } \alpha = \text{fix } \alpha$. Therefore we have $\binom{n}{n-2} = \frac{n(n-1)}{2}$ number of idempotents. Hence the result follows by summing the results of (a), (b) and (c).

Corollary 10. *Let $S = \mathcal{CT}_n$. Then*

(i) $|E(J_{n-1})| = 4$, for $n \geq 3$;

(ii) $|E(J_{n-2})| = 14$, for $n \geq 5$.

Proof. Since $S = \mathcal{CT}_n$, then $|\text{dom } \alpha| = n$ for all α in $E(\mathcal{CT}_n)$. Thus the proof follows from (ia) and (iia) of the proof of Theorem 9.

Remark 11. *Since J_1 in \mathcal{P}_n is the same as J_1 in \mathcal{CP}_n then $|E(J_1)| = \sum_{r=1}^n \binom{n}{r}(r)$ and if $S = \mathcal{CT}_n$ it is clear that $|E(J_1)| = n$.*

The next lemma gives the number of idempotents in \mathcal{CP}_n of height 2 and width k greater than or equal to $n - 1$. Let us denote this number by $N(E(n, 2, k \geq n - 1))$, where k is the width of α and 2 is the height of α .

Theorem 12. *For $n \geq 4$, the number of idempotents in \mathcal{CP}_n of height 2 and width greater than or equal to $n - 1$ is $N(E(n, 2, k \geq n - 1)) = (n - 1)^{n-2} + (n - 2)^2 2^{n-3}$.*

Proof. Let α be idempotent in \mathcal{CP}_n of height 2 such that $|\text{dom } \alpha| \geq n - 1$. Thus $|\text{dom } \alpha| = n - 1$ or $|\text{dom } \alpha| = n$. We treat differently the two cases:

case 1. Suppose $|\text{dom } \alpha| = n$. Then $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, and we can select 2 convex images from this domain in $(n - 1)$ ways. Now fixing 2 images in n space, reduce the space to $n - 2$. The empty $n - 2$ space can be filled with one of the images or the other or both in a total of $(1 + 1)^{n-2} = 2^{n-2}$ ways. Thus by product rule all together we have $(n - 1)2^{n-2}$ ways.

case 2. Now suppose $|\text{dom } \alpha| = n - 1$. Notice that there are $\binom{n}{n-1}$ possible combination of this type of domains. Two out of them are convex while the remaining with 1 gap. If the domain is convex, then it is of the form $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-1}\}$ or $\text{dom } \alpha = \{a_2, a_3, \dots, a_{n-2}\}$, and by case 1 we have $2(n - 2)2^{n-3}$

possibilities. And if the domain has 1-gap, then is of the form $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-2}, a_n\}$ or $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_2, \dots, a_{n-3}, a_{n-1}, a_n\}$ or \dots or $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_3, a_4, \dots, a_n\}$, which is a total of $\binom{n}{n-1} - 2$ of such domains or simply $(n - 2)$ of them. If we consider $\text{dom } \alpha = \{a_1, a_3, a_4, \dots, a_n\}$ and we fixed a_1 and a_3 , then the remaining elements have to be map to only one element, which is a_3 , meaning that $a_i \alpha = a_3$ for $4 \leq i \leq n$, i. e.,

$$\alpha = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & a_4 & \dots & a_n \\ a_1 & a_3 & a_3 & \dots & a_3 \end{pmatrix},$$

which can be done in just 1 way. Now the remaining elements $\{a_3, a_4, \dots, a_n\}$ form a convex set. We can tie two convex images from this set in $n - 3$ ways. Therefore, there will be $n - 3$ remaining space. Thus the 2 images can be map to the remaining space in 2^{n-3} ways. Now by sum and product rule, all together we have $2(n - 2)2^{n-3} + (n - 2)((n - 3)2^{n-3} + 1)$ idempotents. Now the result follows by summing all the two cases.

As a consequence, we deduce the following corollary.

Corollary 13. *Let $S = \mathcal{CT}_n$. Then $|E(J_2)| = (n - 1)2^{n-2}$ for $n \geq 2$.*

Proof. Let $S = \mathcal{CT}_n$, since $|\text{dom } \alpha| = n$ for all α in \mathcal{CT}_n , then we can apply case 1 of the proof of Theorem 12. Then the result follows.

The order of idempotents of height r for $3 \leq r \leq n-3$ for the semigroups \mathcal{CP}_n and \mathcal{CT}_n remain an open problem. Next, we conclude this section with the following conjecture, i. e., the number of idempotents of height 3 in CT_n is given as the following recurrence relation.

Conjecture 14. *Let $S = \mathcal{CT}_n$. Then $|E(J_3)| = 2(a_n + (n - 4)a_{n-1})$ for $n \geq 4$, where*

$$a_3 = 1 \text{ and } a_n = \left(1 + \frac{3\sqrt{2}}{4}\right)(1 + \sqrt{2})^{n-4} + \left(1 - \frac{3\sqrt{2}}{4}\right)(1 - \sqrt{2})^{n-4}.$$

Acknowledgments. We will like to thank the anonymous reviewers for their constructive criticism and helpful suggestions which were made to improve the quality of this paper.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- Ali B., Umar A., Zubairu MM. Regularity and Green's relations on the semigroup of partial contractions of a finite chain. arXiv 2018; 1803.02146v1.
- Adeshola AD., Umar A. Combinatorial results for certain semigroups of order-preserving full contraction mappings of a finite chain. JCMCC 2018; 106(2018): 37-49.
- Bugay L. On the ranks of certain ideals of monotone contractions. Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics 2020; 49(6): 1988-1996.
- Clifford AH., Preston GB. The algebraic theory of semigroups. Providence, RI. American Mathematical Society, 1961.
- Garba GU., Ibrahim MJ., Imam AT. On certain semigroups of full contraction maps of a finite chain. Turk. J. Math 2017; 41: 500-507.
- Garba GU. Idempotents in partial transformation semigroups. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 116 A. 1990; 359-366.
- Gomes GMS., Howie JM. On the ranks of certain semigroups of order preserving transformations. Semigroup Forum 1992; 45: 272-282.
- Ganyushkin O., Mazorchuk V. Classical finite transformation semigroups. Springer Verlag: London Limited, 2009.
- Howie JM. Product of idempotents in certain semigroups of transformations. Proc. Edinburgh Math. Soc. 1971; 17: 223-236.
- Howie JM. Fundamentals of semigroup theory. London Mathematical Society, New series 12. The Clarendon Press, Oxford University Press, 1995.
- Laradji A., Umar A. Combinatorial results for semigroups of order preserving partial transformations. Journal of Algebra 2004; 278: 342-358.
- Tainter TA. Characterization of idempotents in semigroups. J. Combinatorial Theory 1968; 5: 370-373.
- Toker K. Ranks of some subsemigroups of full contraction mappings on a finite chain. Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 22(2): 403-414.
- Umar A. Some combinatorial problems in the theory of partial transformation semigroups. Journal of Algebra and Discrete Mathematics 2014; 17: 110-134.
- Umar A., Zubairu MM. On certain semigroups of partial contractions of a finite chain. arXiv 2018a; 1803.02604.
- Umar A., Zubairu MM. On certain semigroups of full contractions of a finite chain. arXiv 2018b; 1804.10057.
- Zhao P., Yang M. Regularity and Green's relations on semigroups of transformation preserving order and compression. Bull. Korean Math. Soc. 2012; 49(5): 1015-1025.

Apache Spark Tabanlı Duygu Analizi

Emre YILDIRIM^{1*}, Ali ÇALHAN²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Osmaniye Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 80000 Osmaniye

²Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 81000 Düzce

¹<https://orcid.org/0000-0002-9072-9780>

²<https://orcid.org/0000-0002-5798-3103>

*Sorumlu yazar: emreyildirim@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 27.04.2021

Kabul tarihi:02.08.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Apache spark

Duygu analizi

Makine öğrenmesi

ÖZET

Bu çalışmada, büyük verileri bellek içi hesaplama yöntemi ile hızlı bir şekilde işleyebilen Apache Spark açık kaynak kodlu çerçeve kullanılarak duygu analizi gerçekleştirilmiştir. Duygu analizi işlemine Spark içerisinde bulunan MLlib makine öğrenimi kütüphanesi kullanılmıştır. Lojistik regresyon (LR), destek vektör makinesi (SVM) ve Naive Bayes (NB) makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Çalışmada, duygu analizinde kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları doğruluk, kesinlik ve duyarlılık performanslarına göre değerlendirilmektedir. Sonuçlar, SVM algoritmasının çalışmada kullanılan iki farklı veri setinde de sırasıyla %91, %88 doğruluk, %91, %90 kesinlik ve %91, %87 duyarlılık değerleri ile en iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Apache Spark Based Sentiment Analysis

Research Article

Article History:

Received: 27.04.2021

Accepted: 02.08.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Apache spark

Sentiment analysis

Machine learning

ABSTRACT

In this study, sentiment analysis is carried out using the Apache Spark open source framework, which is capable of processing big data quickly with the method of computing in memory. MLlib machine learning library in Spark is used in the sentiment analysis process. Logistic regression (LR), support vector machine (SVM) and Naive Bayes (NB) machine learning classification algorithms were used. In the study, machine learning algorithms used in sentiment analysis are evaluated according to their accuracy, precision and sensitivity performances. The results show that the SVM algorithm has the best performance in the two different data sets used in the study, with 91%, 88% accuracy, 91%, 90% precision and 91%, 87% sensitivity, respectively.

To Cite: Yıldırım E., Çalhan A. Apache Spark Tabanlı Duygu Analizi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 242-249.

Giriş

Çoğu insan günümüzde farklı ortamları kullanarak anılarını, deneyimlerini, fikirlerini ve duygularını paylaşmaktadır. Bu ortamlarda, kullanıcılar çeşitli cihazlar kullanarak mesajlar gönderir ve bu mesajlar sağlık, ekonomi, spor gibi içeriklere sahiptir. Bu mesajlar, kısa bir süre içerisinde çok büyük verilere sebep olmaktadır. Bu nedenle, farklı ortamlardan atılan mesajların içeriğindeki duyguları ve fikirleri analiz edebilmek amacıyla günümüzde araştırmacılar popüler bir alan olan duygu analizi yaklaşımını kullanmaktadır. Duygu analizi, doğal dil işlemenin (NLP) önemli bir alt dalı olarak tanımlanabilir. Amacı, insanların belirli varlıklar hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Duygu analizi birçok uygulamada kullanılmaktadır. Yapılan yorumlar sonucunda bir otelle ilgili olumlu ya da olumsuz durumları analiz

edilebilmekte, bir filmin içeriği hakkında analizler yapılabilme, sosyal medya üzerinden tanıtılan ürünlerin kullanıcı yorumları ile müşteri memnuniyetinin belirlenmesi ve haber sitesinde yayınlanan olaylarla ilgili toplumun olaylara ait tutumlarının belirlenmesi bunlardan bazılarıdır. Bununla birlikte, verinin gün geçtikçe artması büyük veri işleme teknolojilerini de geliştirmektedir. Hadoop, Apache Spark, Apache Storm gibi büyük veri çerçeveleri ve HDFS, HBase, MongoDB gibi dağıtık veri tabanları, çok büyük miktarda verinin işlenmesini neredeyse zahmetsiz hale getirecek şekilde tasarlandıkları için popüler hale gelmektedir. Bu tür sistemler gün geçtikçe gelişmekte ve makine öğrenimi tekniklerinin kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada, Apache Spark tabanlı duygu analizi yapılmıştır. Ayrıca, analiz için Apache Spark MLlib kütüphanesinden LR, SVM ve NB sınıflandırma algoritmaları kullanılmaktadır.

İlgili Araştırmalar

Geçmiş yıllarda duygu analizi ve duygusal modeller üzerine yapılan çalışmalar yoğun ilgi görmüştür. Bunun nedeni, son zamanlarda insanlar, bakış açılarını, düşüncelerini ve yorumlarını farklı ortamları kullanarak paylaşmasıdır. Mohapatra ve ark. (2018), Twitter verilerinden çıkarılan duygulara göre, gerçek zamanlı yeni bir kripto para birimi fiyat tahmin platformu olan KryptoOracle'ı tanıtmışlardır. Kouloumpis ve ark. (2011) Twitter mesajlarının duyarlılığını analiz etmek için dil özelliklerinin faydasını araştırmışlardır. Denetimli öğrenme algoritmalarının kullanıldığı çalışmada, Twitter hashtag'lerine göre alınan tweetler pozitif, negatif ve nötr olarak sınıflandırmışlardır. Pang ve ark. (2002), film yorumlarından alınan verilerin duyarlılığını analiz etmek için naive bayes, maksimum entropi ve destek vektör makinesi sınıflandırıcılarını kullanmışlardır. Wang ve ark. (2012), ABD başkanlık seçimi oylamasına ilişkin gerçek zamanlı bir Twitter duygu analizi sistemi oluşturmuş ve 17000 tweeti eğitim veri setinde kullanmışlardır. Neethu ve Rajasree (2013) cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar vb. elektronik ürünler hakkındaki twitter mesajlarına göre duygu analizi gerçekleştirmişlerdir. Makine öğrenimi algoritmalarının kullanıldığı çalışmada, insanların ürünler hakkındaki fikirlerini olumlu ve olumsuz olarak sınıflandırmışlardır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde Apache Spark veri işleme teknolojisinin duygu analizi çalışmalarında kullanılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda çalışmamızda Apache Spark ve ona ait makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak bir duygu analizi yapılmıştır. Böylece, literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Apache Spark

Apache Spark, hem toplu hem de gerçek zamanlı olarak veri işlemeyi desteklediği için hibrit bir analiz motorudur (Zaharia ve ark., 2012). Spark, Hadoop yazılımı Map-Reduce yapısındaki birçok ilkeyi kullansa da, Spark bellek içi hesaplama özelliği ile performans açısından Hadoop'a göre daha iyi performans göstermektedir. Spark, bağımsız olarak da çalışabilirken, ayrıca Hadoop ile de entegre edilerek kullanılabilir.

Spark, HDFS, NoSQL veritabanları ve SQL benzeri veri depoları dahil olmak üzere farklı veri kaynaklarından gelen verileri işleyebilmektedir. Spark, Scala dilinde yazılmıştır, ancak Java, Python ve R dillerini de desteklemektedir.

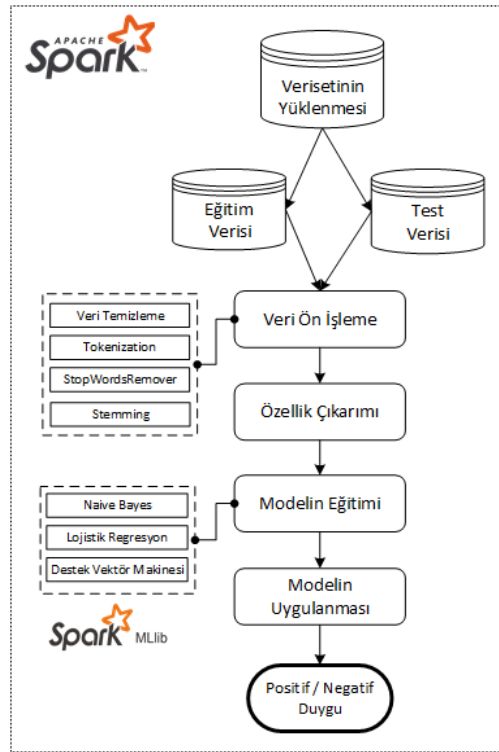


Şekil 1. Apache spark ekosistemi

Apache Spark ekosisteminde analiz işlemlerine yardımcı olacak farklı özellikte kütüphaneler bulunmaktadır. Bu ekosistem Şekil 1’de de gösterildiği gibi Spark SQL, Spark Streaming, MLlib ve Spark GraphX kütüphanelerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Spark’ın dağıtık olarak çalışabilen makine öğrenimi kütüphanesi olan MLlib kütüphanesi kullanılmıştır. MLlib kütüphanesinde birçok sınıflandırma, kümeleme ve regresyon algoritmaları bulunmaktadır (Meng ve ark., 2016). Çalışmamızda ise Logistik Regresyon, Destek Vektör Makinesi ve Naive Bayes sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

Apache Spark Tabanlı Duygu Analizi

Duygu analizi için Apache Spark tabanlı bir analiz sistemi geliştirilmiştir. Sistemin uygulaması Apache Spark 2.4.6 versiyonu temel alınarak geliştirilmiştir. Python için Spark programlama modelini destekleyen PySpark kullanılmıştır. Sistem, Şekil 2’de gösterildiği gibi dört ana bileşene sahiptir. Her bileşenin açıklaması alt başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 2. Apache Spark Tabanlı Duygu Analizi Sistemi.

Veri Seti

Duygu analizinde iki farklı veri seti kullanılmıştır. Bu veri setleri, Kaggle veri seti merkezinde bulunan Yelp mekan keşfetme uygulama yorumları (Kaggle, 2021a) ve IMDB film incelemeleridir (Kaggle, 2021b)

Çalışmamızda kullanılan veri setlerinde pozitif ve negatif sınıflara ait metinler bulunmaktadır. Yelp ve IMDB veri setlerinin detaylı sayısal bilgileri Tablo1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Yelp ve IMDB veri seti detayları

Veri Seti	Eğitim Verisi	Test Verisi	Toplam
Yelp	560000	38000	598000
IMDB	45000	5000	50000

Veri Ön İşleme

Veri seti mesaj metinlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle analiz işleminin en doğru sonucu verebilmesi için bir takım ön işleme aşamalarından geçmesi gerekmektedir. Çalışmamızda yapılan veri ön işleme aşamaları aşağıdaki gibidir:

- *Veri Temizleme*: Tüm metindeki internet adreslerini, hashtag’leri, noktalama işaretleri gibi gereksiz karakterleri metinden temizleme işlemi bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, metindeki büyük harfler küçük harfe dönüştürülmektedir.
- *Jetonlaştırma (Tokenization)*: Metnin çeşitli karakterler (boşluk, virgül vb.) temel alınarak kelimelere (jetonlara) ayrılması anlamına gelir. Metin boşluklara göre ayrılarak kelime dizileri haline getirilmektedir.
- *Durak Kelimelerinin Çıkarılması (StopWordsRemover)*: Metin içerisinde yaygın olarak kullanılan a, an, the, has, have vb. gibi anlam taşımayan, yani analiz sırasında metnin duyarlılığını belirlemede yardımcı olmayan kelimeler çıkartılmaktadır.
- *Kök Bulma (Stemming)*: Türetilmiş sözcükleri dile bağlı bir türetme algoritması kullanarak temel biçimlerine indirger. Dolayısıyla, farklı biçimsel durumlarda bulunan ancak kök hali aynı olan kelimeler köke indirgenmektedir.

Özellik Çıkarımı

Duygu analizi gibi metin analizlerinin zorluklarından biri de büyük boyutlu verilerden makine öğrenimi için özellik çıkarımıdır. Metni bir özellik matrisine dönüştürmek için bazı özellik çıkarma yöntemlerini kullanmak en iyisidir. Bu nedenle hem çalışmamıza uygunluğu hem de geçerliliği yüksek bir özellik çıkarma yöntemlerinden biri olan Terim Frekansı – Ters Doküman Frekansı (TF-IDF) uygulanmıştır.

TF-IDF, işlenen bir metnin içindeki kelimelerin önem düzeyini değerlendirmede kullanılan popüler bir yöntemdir. TF-IDF’in amacı, metin içindeki kelime sıklığını hesaplamaktır.

Makine Öğrenmesi Sınıflandırma Algoritmaları

Bu çalışmada, duygu analizi için denetimli öğrenme makine öğrenimi sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Bunun için Apache Spark’ın MLlib kütüphanesinden LR, SVM ve NB sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Uygulanan sınıflandırıcılar bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

Naive Bayes (NB): NB, problemde her örneğin bir özellik vektörü olarak sunulduğu ve her bir özellik değerinin diğer herhangi bir özelliğin değerinden ayrı ve bağımsız olarak varsayıldığı, Bayes teoremine dayanan bir sınıflandırma tekniğidir (Goel ve ark., 2016). NB sınıflandırıcı, belgedeki kelimelerin dağılımına bağlı olarak bir sınıfın son olasılığını hesapladığı için metin sınıflandırmasında tercih edilmektedir (Jain ve Dandannavar, 2016).

Lojistik Regresyon (LR): LR, bir regresyon analiz modelidir. Çoğunlukla bağımlı değişkenin tutarlı sayıdaki değerlerden birini alabilen Binary olduğu durumlarda kullanılır. Hedef sınıf ile girdiden çıkarılan özellikler arasındaki ilişkiyi değerlendirir ve açıklar. Sadece ikili sınıflandırma için kullanılmaz, aynı zamanda çok sınıflı sınıflandırma problemleri için de kullanılabilir (Hosmer ve ark., 2013).

Destek Vektör Makinesi (SVM): SVM'nin amacı, arama alanında farklı sınıfları en iyi şekilde ayırabilen doğrusal ayırıcıları veya hiper düzlemi bulmaktır. Sınıfları ayıran birkaç hiper düzlem olabilir, ancak bu düzlemlerden en uygun olanı seçilen veri noktalarından herhangi birinin normal mesafesinin en büyük olduğu, yani maksimum ayırma mesafesini gösterdiği hiper düzlemdir (Zhu ve Blumberg, 2002).

Performans Değerlendirmesi

Duygu analizi amacıyla geliştirilen tahmin modelinde üç farklı sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Bu algoritmaların aşırı uyum sorunundan kaçınarak performans değerlendirmesinin yapılabilmesi için öncelikle k-kat çapraz doğrulama kullanılmalıdır. Çalışmada, model 5 kat çapraz doğrulama ile model oluşturulmaktadır. Sınıflandırma algoritması önce veri setinin bir bölümü ile eğitilmekte ve tahmine dayalı bir model oluşturulmaktadır. Eğitilen model daha sonra doğruluk ölçütü değerini belirlemek için kalan örneklerle test edilmektedir. Bir modelin tahmin doğruluğu aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

Doğruluk hesaplamasında bahsedilen ilişkide TP, TN, FP ve FN, sırasıyla True Positive, True Negative, False Positive ve False Negative'dir. Çalışmada, TP doğru tahmin edilen pozitif duyguları, TN doğru tahmin edilen negatif duyguları, FP yanlış tahmin edilen pozitif duyguları, FN ise yanlış tahmin edilen negatif duyguları belirtmektedir.

Çalışmamızda, modelin tahmin doğruluğuna ek olarak, kesinlik ve duyarlılık değerleri de hesaplanmaktadır. Kesinlik ve duyarlılık değerleri aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Bulgular ve Tartışma

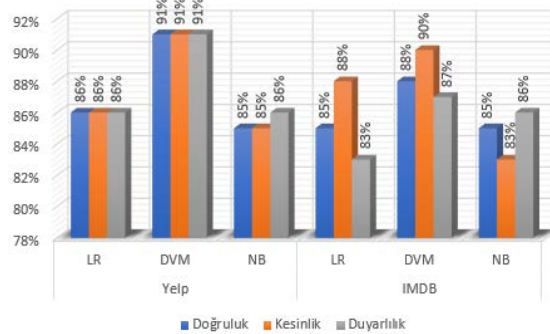
Bu çalışmada, Apache Spark tabanlı bir duygu analizi sistemi oluşturulmuştur. Sistemde analiz için Spark MLlib kütüphanesinden LR, SVM ve NB sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Duygu analizinde Yelp

ve IMBD film yorumları veri setleri ayrı ayrı kullanılarak sınıflandırma algoritmalarının performansları incelenmiştir. Performans analizinde kullanılan iki veri seti veri ön işleme aşamasından geçirilerek analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her iki veri seti için farklı performans değerleri ortaya çıkmıştır. Algoritmaların tahminlerine göre oluşan karmaşıklık matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Duygu analizi sonucundaki tahmin değerleri

		TP	FP	FN	TN
Yelp	LR	16360	2640	2573	16427
	DVM	17298	1702	1688	17312
	NB	16111	2889	2626	16374
IMDB	LR	2214	309	446	2091
	DVM	2264	259	332	2205
	NB	2094	429	350	2187

Tablo 2’de verilen tahmin değerlerine göre sınıflandırma algoritmalarının doğruluk ve f-ölçüm değerleri hesaplanmış ve bu değerlere göre performansları karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar sonucunda, sınıflandırma algoritmalarının performans değerleri Şekil 3’te yüzdeler olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. Sınıflandırma Algoritmalarının Performansları.

Şekil 3 incelendiğinde, duygu analizinde kullanılan sınıflandırma algoritmalarının veri setlerine göre farklı performans değerleri ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda sonuçlar, SVM’nin her iki veri setinde üç farklı kritere göre en iyi performansa sahip olduğu görülmektedir. NB ise diğer algoritmalara göre daha düşük bir performansa sahiptir.

Sonuçlar

Duygu analizi, ağırlıklı olarak makine öğrenimi algoritmalarının kullanımıyla çözülebilen bir sınıflandırma problemidir. Farklı ortamlarda paylaşılan mesajların içerisindeki duyguları çıkarmak için kullanılan çok sayıda yöntem vardır. Bu çalışmada, pozitif ve negatif duyguların oluşturduğu iki farklı veri setinin kullanıldığı Apache Spark tabanlı bir duygu analizi sistemi sunulmuştur. Bu sistem doğal dil işleme tekniklerinin yanı sıra, LR, SVM ve NB sınıflandırma algoritmalarını kullanarak veri setleri içerisindeki duyguları analiz etmektedir. Tüm sınıflandırma algoritmaları Apache Spark’ın MLlib kütüphanesi sisteme

entegre edilerek sistem içerisinde kullanılmaktadır. Bu algoritmalar, farklı sınıfların olduğu veri setleri kullanılarak eğitilir ve test edilir. Bu çalışmada, MLlib kütüphanesine ait sınıflandırma algoritmaları doğruluk, kesinlik ve duyarlılık ölçüm kriterleri üzerinden performansları açısından karşılaştırılmaktadır. Sonuçlar, SVM algoritmasının iki farklı veri setinde de sırasıyla %91, %88 doğruluk, %91, %90 kesinlik ve %91, %87 duyarlılık değerleri ile en iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Gelecek çalışmalarda, popüler bir veri kaynağı olan Twitter sosyal medya ortamından alınan gerçek zamanlı verilerin kullanıldığı duygu analizi sistemi oluşturulması planlanmaktadır. Bunun için Apache Spark'ın gerçek zamanlı veri akışlarını işlemek için kullanıldığı Spark Streaming kütüphanesinden yararlanılması planlanmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Goel A., Gautam J., Kumar S. Real time sentiment analysis of tweets using naive bayes. Proceedings on 2016 2nd International Conference on Next Generation Computing Technologies (Ngct) 2016; 257-261.
- Hosmer DW., Lemeshow S., Sturdivant RX. Applied logistic regression third edition preface. Applied Logistic Regression, 3rd Edition, p. Xiii+2013.
- Jain AP., Dandannavar P. Application of machine learning techniques to sentiment analysis. Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology (Icatcct), p. 628-632.
- Kaggle. Yelp review sentiment dataset. 2021a. <https://www.kaggle.com/ilhamfp31/yelp-review-dataset>. (Erişim tarihi: 19.02.2021)
- Kaggle. IMDB Dataset of 50K Movie Reviews, 2021b. <https://www.kaggle.com/lakshmi25npathi/imdb-dataset-of-50k-movie-reviews>. (Erişim tarihi: 19.02.2021).
- Kouloumpis E., Wilson T., Moore J. Twitter sentiment analysis: The good the bad and the omg!, In Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media 2011; 5(1): 538-541.
- Meng XR., Bradley J., Yavuz B., Sparks E., Venkataraman S., Liu D., Freeman J., Tsai DB., Amde M., Owen S., Xin D., Xin R., Franklin MJ., Zadeh R., Zaharia M., Talwalkar A. MLlib: Machine learning in apache spark. Journal of Machine Learning Research 2016; 17(1): 1235-1241.
- Mohapatra S., Ahmed N., Alencar P. KryptoOracle: A real-time cryptocurrency price prediction platform using twitter sentiments. 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), p. 5544-5551.

- Neethu MS., Rajasree R. Sentiment analysis in twitter using machine learning techniques. 2013 Fourth International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies (Icccnt), pp: 1-5.
- Pang B., Lee L., Vaithyanathan S. Thumbs up? Sentiment classification using machine learning techniques. Appears in Proc. 2002 Conf. on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP).arXiv preprint cs/0205070.
- Wang H., Can D., Kazemzadeh A., Bar F., Narayanan S. A system for real-time twitter sentiment analysis of 2012 US presidential election cycle. In Proceedings of the ACL 2012 system demonstrations. 2012, 115-120.
- Zaharia M., Chowdhury M., Das T., Dave A., Ma J., McCauley M., Franklin MJ., Shenker S., Stoica I. Resilient distributed datasets: A fault-tolerant abstraction for in-memory cluster computing. In 9th {USENIX} Symposium on Networked Systems Design and Implementation 2012; 12, 15-28.
- Zhu GB., Blumberg DG. Classification using ASTER data and SVM algorithms: The case study of Beer Sheva, Israel. Remote Sensing of Environment 2002; 80(2): 233-240.

Organic Food Nutrition Knowledge Level of Olympic Boxers in Turkey

Murat KUL¹, Betül GIDIK², Osman GIDIK^{3*}, Onur ŞİPAL⁴, Önder ŞİPAL⁵

¹Bayburt University, School of Physical Education and Sports, Department of Sports Management, 69000 Bayburt, Turkey

²Bayburt University, Faculty of Applied Science, Department of Organic Farming Management, 69000 Bayburt, Turkey

³Bayburt University, Graduate Education Institute, Department of Physical Education and Sports, 69000 Bayburt, Turkey

⁴Bayburt University, Technical Sciences Vocational School, Department of Property Protection and Security

⁵Bayburt University, Graduate Education Institute, Department of Physical Education and Sports, 69000 Bayburt, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-6391-8079>

²<https://orcid.org/0000-0002-3617-899X>

³<https://orcid.org/0000-0003-0811-9324>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-4064-6813>

⁵<https://orcid.org/0000-0001-6018-548X>

* Corresponding author: osmangidik@gmail.com

Research Article

Article History:

Received: 02.05.2021

Accepted: 08.07.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Sportman nutrition

Organic food

Organic nutrition

National boxer

ABSTRACT

One of the most important features of organic foods is that they are produced by organic farming methods, which is an environmentally friendly form of agricultural production. This study aims to determine the organic food awareness level and the perception of disadvantage towards organic food of all Olympic boxers in Turkey and attitudes towards organic food. The sample of the study consists of 29 volunteer athletes, 19 men, and 10 women, Olympic boxers in Turkey. It was ensured that the participants answered the demographic and scale questions in the survey via the internet. In the statistical evaluation of the data obtained from this study, the statistical software of SPSS 26.0 version; Cronbach's Alpha reliability, Kruskal-Wallis H and Mann Whitney U tests were applied. In conclusion, a significant difference was determined between the organic food awareness level and attitudes towards organic foods and the national class variable at the level of $P < 0.05$.

Türkiye'deki Olimpik Boksörlerin Organik Gıdalarla Beslenme Bilgi Düzeyi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 02.05.2021

Kabul tarihi: 08.07.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Sporcu beslenmesi

Organik gıda

Organik beslenme

Milli boksör

ÖZET

Organik gıdaların en önemli özelliklerinden biri, tarımsal üretimin çevreye duyarlı bir şekli olan organik tarım yöntemleriyle üretilmeleridir. Bu çalışma, Türkiye'deki tüm Olimpik boksörlerin organik gıda bilinç düzeyini ve organik gıdaya yönelik dezavantaj algısını ve organik gıdaya yönelik tutumlarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini Türkiye'deki 29 gönüllü sporcu, 19'u erkek ve 10'u kadın Olimpik boksör oluşturmaktadır. Katılımcıların ankette yer alan demografik ve ölçek sorularını internet üzerinden yanıtlamaları sağlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde SPSS 26.0 versiyonunun istatistiksel yazılımı; Cronbach's Alpha güvenilirliği, Kruskal-Wallis H ve Mann Whitney U testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, organik gıda farkındalık düzeyi ve organik gıdalara yönelik tutum ile millilik sınıf değişkeni arasında $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

To Cite: Kul M., Gidik B., Gidik O., Şipal O., Şipal Ö. Organic Food Nutrition Knowledge Level of Olympic Boxers in Turkey. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 250-260.

Introduction

Nowadays, sports an integral part of life and one of the important factors in the happiness of individuals (Yalcinkaya, 1993) and it is defined as a science that enables the communication between the elements

contributing to physical and cognitive development. Besides, sports activities that should be carried out in the light of scientific knowledge cannot go beyond playing games when they occur as recreational activities (DPT, 1972). Today, all professional and amateur teams warm up with recreational games before the competition in all branches. It is seen in studies that recreational games have an effect on achieving goals. Athletes who want to succeed in this direction can achieve these goals only by applying certain training and nutrition techniques (Karakucuk, 1989).

Choosing an adequate and balanced diet method is of great importance for elements such as performance improvement, recovery, and disability protection (Aoi, 2006; Niess, 2007). An adequate and balanced intake of nutrients needed by the body is defined as proper nutrition. It is also known that proper nutrition is directly related to variables such as age and gender, as well as being defined as the amount, quality, balanced and adequate supply of energy needs (Baysal, 2012; Arikan, 2015; Dulger, 2015).

As a result of the inability of athletes to meet the energy they need or to make the right food choices and an inadequate or unbalanced nutritional situation arises. In addition to the fact that athletes face various problems, this leads to a negative impact on their mental and physical development. All this suggests that the choice of nutrition method with athlete health will be directly proportional (Baysal, 2012; Karaagaoglu, 2015). Energy requirements of athletes may increase 2-3 times compared to sedentary individuals depending on elements such as sports branch, training time. Variables such as sports, intensity and duration of exercise also cause nutrition methods to differ.

In addition to various sports, boxing is also held in the weight competitions determined by sports federations. Boxers, as in other weight sports, usually prefer to compete in a category that is below the current weight. Because of all this, boxers need to constantly keep their weight under control. In studies, it has been determined that excessive and rapid weight loss negatively affects the health and performance of athletes. In this direction, the training, competition, and nutrition programs of boxers who want to succeed should be carefully established and athletes should comply with the program (Zengin, 2003). Besides, it is believed that boxers who are aware of the athlete's health, healthy life, and the environment will prefer organic foods in nutrition.

The most important feature of organic foods; they do not harm the environment, healthy and high-quality production with organic farming methods are used where controlling all stages of production certified and controlled by third parties and is produced without chemical input (Ertan, 2005, Tandon, 2020). Organic foods are produced in a way that is intended for needs, does not harm human health, and using sustainable methods (Gunduz, 2007). The basic method of nutrition in which the foods obtained as a result of these applications are used is called organic nutrition. It is known that the origin of biodynamic agriculture, which was first raised in 1924 and which is easily adapted to organic-biological or environmental conditions, dates back to the last centuries (Anonymous, 2017).

Uses and benefits of organic foods considering the role of nutrition in this and the performances of athletes; boxers' sporting success and a healthy life with the idea that there may be a connection between the choice of organic foods has emerged. This study aims to determine the organic food awareness level and the perception of disadvantage towards organic food and their attitude towards organic food. Besides, it is believed that the

study will contribute to the literature as a new source since similar studies have not been found before and the entire universe has participated in the evaluation.

Material and Methods

Research group

The working group consists of 29 people in total. 19 male and 10 female athletes, who were in the Olympic boxing team in 2020, who will participate in the Olympics and who are candidates to participate, participated in the study voluntarily. The research group covers all Olympic boxers in Turkey. In this study, the convenience sampling method was preferred because volunteer athletes were included in the study (Coskun, 2017).

With the help of the "A field study on factors and attitudes affecting organic product consumption" (Sarıkaya, 2007), "The perception of organic products by FEAS academic and administrative staff and FEAS formal and evening education students of Erciyes University" (Kacur, 2009), studies, the scale of the study were created. The result of the organic foods awareness level perception reliability test (Cronbach's Alpha) was determined as 0.912, the result of the disadvantage perception scale of the organic food reliability test was determined as 0.733, and the result of the attitude scale of the organic food reliability test was determined as 0.755. When creating surveys, these high-reliability scales were used as 5 points Likert scale after some minor revisions compared to the participants.

Data collection

The Olympic boxers who participated in the study were explained about the purpose, importance and method of the research. It was ensured that the participants answered the demographic and scale questions in the survey via the internet. They were informed that all the data obtained would be used only for the research and that the names of the boxers would not be included in the study. It was conducted in accordance with the Helsinki Declaration and by obtaining a signed consent form from the participants.

Data analysis

The result of the study was statistically evaluated by applying, Cronbach's Alpha reliability test, Kruskal-Wallis H test and Mann Whitney U test, by using SPSS 26.0 version statistical program in the analysis of the data. Non-parametric tests were used because the number of participants was less than 30.

Ethics approval and consent to participate

The study protocol was reviewed and approved by the Bayburt University Ethics Committee (2020/87) (16.10.2020).

Results

Cronbach's Alpha reliability test result (Table 1.) in this study was determined that the organic foods awareness level perception scale is in the range of high reliability, the disadvantage perception scale of organic food is in

the range of high reliability, and the attitude scale of organic food is in the range of low reliability. Besides, the common Cronbach's Alpha reliability test result of all these scales was found to be in a fairly reliable range (Yildiz, 2018). The results showed that the questions used were reliable.

Table 1. Cronbach's Alpha reliability test

Reliability Statistics		
Scales	Cronbach's Alpha	N of Items
Organic foods awareness level perception scale	0.853	14
Disadvantage perception scale of organic food	0.639	6
Attitude scale of organic food	0.504	4
General reliability of the scale	0.773	24

A total of 29 participants, 19 male and 10 female athletes, who are part of the Olympic boxing team and who are candidates or will be candidates to participate in the Olympics, were included in this study. The demographic data of the participants in the study are shown in Figure 1.

The ages of the participants in this study ranged from 17 to 38, (Table 2.) but the sports ages ranged from 6 to 23. There were no significant differences at the level of $P < 0.05$ between the organic foods awareness level perception, disadvantage perception of organic food and attitude towards organic food and these variables as a result of Kruskal-Wallis H Test.

The education status of the Olympic boxers in Turkey is listed as high school, undergraduate and graduate. The Kruskal-Wallis H test was performed to determine the differences between this variable and the organic food awareness level perception, the disadvantage perception of organic food, and the attitude towards organic food (Table 3.). According to the test result, there was no significant difference at the level of $P < 0.05$.

Olympic boxers in Turkey stated that they worked with their, current coaches for 3-23 years; the number of becoming national athletes ranged from 3 to 117. According to the Kruskal-Wallis h test, which was conducted to determine the differentiation between these variables and organic food awareness level perception, disadvantage perception of organic food and attitude towards organic food, it was determined that there were no significant differences at the level of $P < 0.05$.

According to the place of residence, educational status of parents, monthly income of the family, whether there is a licensed boxer in the family or not variables of the Olympic boxers in Turkey, as a result of the Kruskal-Wallis H test to determine the differences between the level of organic food awareness level perception, disadvantage perception of organic food and attitude towards organic food, there was no significant difference at the level of $P < 0.05$.

Table 2. The Kruskal-Wallis H test for ages of participants

	Age	N	Mean Rank	Test Statistics	Organic foods awareness level perception scale
	Organic foods awareness level perception scale	17.00	1	18.50	Kruskal-Wallis H df p
19.00		6	18.50	10	
20.00		2	10.50	0.786	
21.00		4	17.13		
22.00		1	4.00		
23.00		1	23.50		
24.00		6	11.92		
25.00		1	21.00		
26.00		5	13.00		
31.00		1	17.00		
38.00	1	14.00			
	Age	N	Mean Rank	Test Statistics	Disadvantage perception scale of organic food
	Disadvantage perception scale of organic food	17.00	1	20.00	Kruskal-Wallis H df p
19.00		6	16.58	10	
20.00		2	7.00	0.089	
21.00		4	5.25		
22.00		1	25.50		
23.00		1	3.00		
24.00		6	17.00		
25.00		1	20.00		
26.00		5	21.80		
31.00		1	7.00		
38.00	1	14.00			
	Age	N	Mean Rank	Test Statistics	Attitude scale of organic food
	Attitude scale of organic food	17.00	1	29.00	Kruskal-Wallis H df p
19.00		6	17.67	10	
20.00		2	13.00	0.493	
21.00		4	15.50		
22.00		1	13.00		
23.00		1	21.50		
24.00		6	12.00		
25.00		1	24.00		
26.00		5	13.00		
31.00		1	3.50		
38.00	1	13.00			

N: Number of participants

Table 3. The Kruskal-Wallis H test for education status of participants

Organic foods awareness level perception scale	Education Status	N	Mean Rank	Test Statistics	Organic foods awareness level perception scale
		High school	12	17.50	Kruskal-Wallis H df p
Undergraduate		16	13.19	2	
Graduate		1	14.00	0.409	
Disadvantage perception scale of organic food	Education Status	N	Mean Rank	Test Statistics	Disadvantage perception scale of organic food
	High school	12	16.08	Kruskal-Wallis H df p	0.344
Undergraduate	16	14.25	2		
Graduate	1	14.00	0.842		
Attitude scale of organic food	Education Status	N	Mean Rank	Test Statistics	Attitude scale of organic food
	High school	12	17.71	Kruskal-Wallis H df p	2.416
Undergraduate	16	13.09	2		
Graduate	1	13.00	0.299		

N: Number of participants



Figure 1. The demographic data of the participants

All Olympic boxers in Turkey, 19 men, and 10 women, 29 people in total participated in this study. To determine the differences between organic food awareness level perception, disadvantage perception of organic food and attitude towards organic food, according to gender variables, Mann Whitney U test determined that there were no significant differences at the level of $P < 0.05$ and that the organic food preferences of both groups were similar to each other. National boxers in Turkey have stated that they are in the first and second teams in the Olympic squad. According to this variable, the Mann-Whitney U test was performed to determine the differences between organic foods awareness level perception, disadvantage perception of organic food, and attitude towards organic food, and it was determined that there were no significant differences at the level of $P < 0.05$.

20 of the Olympic boxers in Turkey who participated in this study reported that they took part in Class A and 9 in Class B. By conducting the Mann Whitney U test to determine the differences between the national class variable of participants and the organic food awareness level perception, the disadvantage perception of organic food, and the attitude towards organic food; (Table 4.) it was determined that there were significant differences at the level of $P < 0.05$ between the perception of organic foods awareness and the attitude towards organic food and the national class variable, as well as no significant differences between the perception of disadvantage towards organic food and the national class variable.

Table 4. Mann Whitney U Test results according to the nationality class variable of Olympic boxers

	National class	N	Mean Rank	Sum of	Mann Whitney U	U	p
Organic foods awareness level perception scale	A	20	12.90	258.00	48.000	-1.989	0.047
	B	9	19.67	177.00			
Disadvantage perception scale of organic food	A	20	15.35	307.00	83.000	-.336	0.737
	B	9	14.22	128.00			
Attitude scale of organic food	A	20	13.00	260.00	50.000	-2.036	0.042
	B	9	19.44	175.00			

N: Number of participants *Significant at $p < 0.05$ level

Discussion

This study was conducted to determine the impact of demographic differences of all Olympic boxers in Turkey on organic food preferences. In this context, athletes who make up the entire universe participated in the study and answered questions about the organic food awareness level perception, the disadvantage perception of organic food and the attitude towards organic food.

The results of the study were evaluated and showed that the age of the participants did not cause any changes in attitudes or perceptions about organic foods. Acar (2008), obtained parallel results with our study on the determination of nutritional information and habits of boxers and reported that the age variable does not affect eating habits. Cupisti (2002), reported significant differences between the age variable and the level of nutritional information in their study, revealing different results than this study. Again Kacur (2008) and İnal et al. (2008), reported that the age variable was effective in organic food preferences and obtained different results in their studies. It has led to the idea that these resulting differences may be related to the self-sufficiency, knowledge levels, quality of life and preferences of the sample group.

It was determined that the different educational status of Olympic boxers also did not affect their preference for organic food, Sayin et al. (2005), reported that educational status is an important variable in organic food consumption preferences in his studies and that there are significant differences between educational status and organic food preferences. In the different results obtained in these studies, it is thought that the quality or field differences of the education obtained are effective.

This result is supported by a similar study conducted earlier Acar (2008), which was obtained by determining that the sports age variable of participants did not affect organic food preferences. Studies on this subject show that Olympic boxers have common judgments about nutrition, or that those with fewer sports age take examples of boxers with higher sports age in terms of their eating habits. Besides, although the number of national participants and their working time with their current coaches were different, these variables were not effective in organic food preferences. This result showed that there is no differentiation between the coach-athlete relationship and nutritional choices and that the number of becoming national athlete does not affect the perception and knowledge levels of organic food products.

Although situations of the Olympic boxers in Turkey such as residence, the educational status of parents, the monthly income of themselves and their family, and whether they have licensed boxers in their families differ, it was determined that these differences did not affect their organic food preferences. A study conducted earlier by Acar (2008), also obtained similar results according to the educational status of the parents and found no significant difference at the level of $P < 0.05$. İnal et al. (2005) and Sayin et al. (2005), reported that monthly income had an impact on attitudes and awareness levels towards organic foods. It is thought that the difference between these results may be due to some variables such as monthly income, as well as cultural differences and occupational differences.

The participants consist of 29 Olympic boxers, 10 women and 19 men. In this study, it was concluded that the gender variable was not effective in organic food preferences and perception levels. The results of some previous studies on this subject were examined and found to be parallel to the ones in this study (Corley et al., 1990; Ozcelik and Surucuoglu, 2000; Akil, 2004; Congar and Ozdemir, 2004; Acar, 2008). According to these data, the organic eating habits of Olympic boxers do not vary depending on gender and are universal.

It was determined that the organic food preferences of the participants in different teams in the Olympic squad in Turkey were similar to each other, and it was concluded that the team variable was not effective in organic nutrition preferences. In this case, it is thought that it may be effective for participants to go through the same processes and share the same environments regardless of the first or second team.

69% of the national boxers who participated in this study reported that they were in Class A and 31% were in Class B. Participants in different national classes showed significant differences in the level of awareness of organic food and attitude to organic food and national classes at the level of $P < 0.05$, while the perception of disadvantages to organic food did not change depending on the national class. Goktas (2010) and Koc (2014), in their studies on the eating habits of national athletes showed results supporting this study by stating that being a national athlete is related to eating habits. Despite this; Yerar et al. (2011), in their study, in which elite athletes determined their nutritional knowledge and habits, showed different results from this study, noting that there was no significant difference between the national class and the eating habit. Although this difference

is believed to be caused by the sample group, it is also possible that nutritional choices between class A national boxers and class B national boxers may be a distinguishing factor.

Conclusion

As a result, it was determined that the level of organic foods awareness, the perception of disadvantage towards organic food and the attitude towards organic food of the Olympic boxers in Turkey who participated in this study did not differ much depending on their demographic characteristics. In particular, participants' age, gender, educational status, where they are in the Olympic squad in the team, the ages of the sport, working time with coaches, the number of being national athlete, place of residence, parents' educational status, having a licensed boxer in the family, personal and family income and knowledge of variables such as the choice of the organic foods showed an absence of significant differences between the levels of about this topic. Besides, it has been determined that there is a significant differentiation between the national athlete classes of Olympic boxers and the awareness levels of organic food and their attitude towards organic food. Considering the organic food knowledge level of the athletes, it is thought that it may be possible to create a different marketing and service area by producing new products specific to this area. It is believed that this study can be developed as a new source in the literature and provide insight into more comprehensive studies. In addition, according to the results obtained; it has been seen that boxers do not have enough knowledge about organic foods and the idea that more comprehensive trainings should be organized on this issue has emerged.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- Acar G. Determining the nutritional knowledge and habits of boxers. Master's Thesis, Selcuk University, Institute of Health Sciences, Konya, 2008.
- Akil M. Determination and evaluation of nutritional awareness of athletes dealing with throwing branches of athletics. Master's Thesis, Selcuk University Institute of Health Sciences, Konya, 2004.
- Anonymous. Organic farming in Germany. Federal Ministry of Food and Agriculture, 2017.
- Aoi W., Nait Y., Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nutrition Journal* 2006; 5(15): 1-5.
- Arikan ZY. Nutrition habits of university students: Dumlupınar University Case. Institute of Science, Master Thesis, Dumlupınar University, Kutahya, 2015.
- Baysal A. Nutrition. Ankara: Hatiboglu Publishing; pp.12-24; 2012.
- Congar O., Ozdemir L. Knowledge levels of physical education teachers about general nutrition and sports nutrition in Sivas city center. *C.U. Faculty of Medicine Journal* 2004; 26: 123-118.

- Corley G., Demarest-Litcfort M., Bazzarre TL. Nutrition knowledge and dietary practices of college coaches. *J Am Diet Assoc*, 1990; 90: 705-709.
- Coskun R., Altunisik R., Yildirim E. *Research methods in social sciences SPSS applied*. Sakarya: Sakarya Publishing, Updated 9th Edition; 2017.
- Cupisti A., D'Alessandro C., Castrogiovanni S., Barale A., Morelli E. Nutrition knowledge and dietary composition in Italian adolescent female athletes and non-athletes. *Int J Sport. Nutr Exerc Metab* 2002; 12: 207-219.
- Dulger H. *Nutritional habits and obesity prevalence in Bartin University health services vocational school students*. Health Sciences Institute, Master Thesis, Duzce University, Duzce, 2015.
- DPT. *Five-year development plan, youth and sports special expertise commission report*. DPT. Ankara: Undersecretariat Publications; 1972.
- Ertan S. *Determination of health personnel's opinions on consumption of organic foods*. Master Thesis, Gazi University Institute of Educational Sciences, Ankara, 2005.
- Goktas Z. *Nutritional habits of active national athletes and evaluation of contamination and positive doping risk in nutritional supplements used frequently*. Master Thesis, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Ankara, 2010.
- Gunduz Y., Kaya M. *European Union agricultural policy and the possible impact on the development of organic agriculture in Turkey*. *Electronic Journal of Social Sciences*; 2007; 6(21): 305-330.
- Inal E., Akin M., Cicek R., Toksari M. *A research to examine the relationship between consumers' beliefs on organic foods, demographic characteristics and individual values*. 13. National Marketing Congress, Sustainability and Marketing Proceedings, 30 October-1 November, 2008, 195-213, Adana.
- Kacur LL. *Perception of organic products by academic and administrative staff of Erciyes University and faculty of business administration day and evening education*. *Erciyes University Faculty of Economics and Administrative Sciences Journal* 2009; 33: 249-277.
- Karaagaoglu N., Samur GE. *Mother and child nutrition*. Ankara: Pegem Academy Publications; 69; 2015.
- Karakucuk S. *Training of a physical education teacher*. Ankara: Gazi University Publications; 24; 1989.
- Koc M. *Investigation of nutritional habits of wrestlers participating in national team development camps and their use of nutritional support products*, Master Thesis, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Institute of Health Sciences, Department of Physical Education and Sports, 2014.
- Niess AM., Hipp A., Thoma S., Striegel H. *Performance food in sports*. *Therapeutische Umschau* 2007; 64(3): 181-185.
- Ozcelik AO., Surucuoglu SMT. *A study on the nutritional knowledge of medical doctors*. *Nutrition and Diy Derg*, 2000; 29: 11-16.
- Sarikaya N. *A field study on factors and attitudes affecting organic product consumption*. *Kocaeli University Journal of Social Sciences Institute* 2007; 2(14): 110-125.

- Sayin C., Mencet N., Ozkan B., Brumfield RG. The organic farming movement in Turkey. *Hortechology*. 2005, October-December, 15(4): 1-8.
- Tandona DA., Kaurd P., Kushwahf S., Salog J. Behavioral reasoning perspectives on organic food purchase. *Appetite* 2020; 154: 104786.
- Yalcinkaya M., Saracaloglu A., Varol R. University students' views and expectations about sports. *Journal of Sport Sciences* 1993; 4: 2-13.
- Yildiz D., Uzunsakal E. Comparison of reliability tests in field studies and an application on agricultural data. *Journal of Applied Social Sciences* 2018; 1(1): 14-28.
- Yarar H., Gokdemir K., Eroglu H., Ozdemir G. Evaluation of the nutritional knowledge and habits of elite athletes. *Selcuk University Journal of Physical Education and Sports Science* 2011; 13(3): 368-371.
- Zengin B., Yilmaz S., Gulmez I., Ramazanoglu N., Soykan A., Demir A. Investigation of the effects of fast weight loss on general strength in elite young female judoists. *Istanbul University Journal of Sport Sciences* 2003; 123-126.

Sprey Piroлиз Yöntemiyle SnO₂:F Camların Üretimi ve Radyasyon Etkileşim Özelliklerinin Hesaplanması

Saniye TEKEREK^{1*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 46100, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0003-3326-358X>

* Sorumlu yazar: saniyetekerek@ksu.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16.02.2021

Kabul tarihi: 18.06.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Kimyasal püskürtme

Kalay oksit flor

Kütle soğurma katsayısı

Flor katkılı kalay oksit (SnO₂:F) kaplı camlar Sprey piroлиз yöntemi kullanılarak üretilmiştir. Bu camların optiksel ve yapısal özellikleri UV ve X-ışını kırınım (XRD) spektrometreleri ile incelenmiştir. Üretilen SnO₂:F kaplı camların teorik olarak kütle soğurma katsayıları WinXcom programı kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen kütle soğurma katsayısı değerleri kullanılarak lineer soğurma katsayıları, etkin atom numarası, yarı değer katman kalınlığı, onda bir değer katman kalınlığı ve ortalama serbest yol değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada, farklı enerjilerde F katkısına bağlı olarak flor katkılı kalay oksit (SnO₂:F) kaplı camların kütle zayıflama katsayıları ve radyasyon etkileşim özellikleri araştırılmıştır.

Production of SnO₂:F Glass by Spray Pyrolysis Method and Calculation of Radiation Interaction Properties

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 16.02.2021

Accepted: 18.06.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Spray pyrolysis

Tin oxide fluorine

Mass attenuation coefficient

F doped tin oxide (SnO₂:F) glasses was produced by using spray pyrolysis method. These glasses were investigated optical and structure properties by UV and X-ray diffraction (XRD) spectrometry. The theoretical mass attenuation coefficients of the produced SnO₂:F coated glasses were calculated by using the WinXcom program. The linear attenuation coefficients, effective atomic number, half value layer thickness, one tenth layer thickness, mean free path values were calculated using the obtained mass attenuation coefficients. In this study it was investigated that the mass attenuation coefficients and radiation interaction properties for fluorine doped tin oxide (SnO₂:F) coated glasses by depending on the F contribution in different energies.

To Cite: Tekerek S. Sprey Piroлиз Yöntemiyle SnO₂:F Camların Üretimi ve Radyasyon Etkileşim Özelliklerinin Hesaplanması. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 261-273.

Giriş

Gama fotonlarının tıbbi fizik, radyoterapi, görüntüleme, uzay teknoloji uygulamaları vb. alanlarda yaygın kullanımının artması radyasyon fizikçilerine ve nükleer mühendislere radyasyon kalkanı için daha uygun tasarım araştırmaları için ilham vermektedir. X ve gama ışını için koruyucu malzemelerin geliştirilmesi, tasarımları nükleer tıpta laboratuvar, röntgen radyografisi, Bilgisayarlı Tomografi (CT) tarama odaları gibi radyasyon cihazlarının bulunduğu ölçüm alanları içerisinde yer alan cam bölmelerin bulunduğu hastane, diş klinikleri, araştırma laboratuvarlarında cam koruma malzemelerinin geliştirilmesi radyasyon korunmayı

sağlar (Ersundu ve ark., 2018; Gaikwad ve ark., 2019; Kaewkhao ve Limsuwan, 2010). Bu nedenle cam, şeffaflığı, yüksek homojenliği ve geniş bir bileşim yelpazesini katkı maddesi olarak kabul etmesi nedeniyle uygun bir malzeme olarak değerlendirilebilir. Cam bileşimine ağır elementler eklemek, radyasyondan korunma özelliklerini önemli ölçüde artırdığı bilinmektedir (Gaikwad ve ark., 2018; Agar ve ark., 2019; Kumar ve ark., 2020). Yüksek enerjili gama fotonlarına karşı zırhlama izin verilen doz seviyesinin sınırlarına kadar düşürmek için reaktörde veya nükleer araştırma merkezinde zorunludur (Agar ve ark., 2019). Gerekli koruyucu malzemenin tipi ve kalınlığı, radyasyon türleri, radyo-izotop aktivitesi, maliyet etkinliği ve maruz kalma oranı ile ilgilidir. Güçlü bir kalkan malzemesi, küçük bir penetrasyon mesafesinde önemli miktarda enerji kaybına neden olur ve tehlikeli radyasyonların daha fazla emisyon olasılığını mümkün olduğu kadar azaltır (Singh ve ark., 2018). Geleneksel radyasyon koruyucu malzemeler, yani kurşun (Pb) ve betonlar, toksik etki, mukavemet vb. gibi birkaç dezavantaja sahip olduklarından, birçok araştırmacı, gama radyasyonunu önlemek için cam, alaşım ve polimer gibi bazı yeni ve alternatif koruyucu malzemeler bildirmiştir (Kaur ve ark., 2017; Ersundu ve ark., 2018; Gaikwad ve ark., 2018; Obaid ve ark., 2018; Aygün ve ark., 2019). Günümüzde birçok bilim adamı radyasyon madde etkileşimi konusunda araştırma yapmaktadır. Alaşım, bileşik, karışım gibi birçok malzeme türlerinin gama ışını koruma özellikleri incelenmiştir. Katkılanan malzemelerin radyasyona karşı verdiği tepkiler farklılık gösterebilmektedir. Katkı maddelerinin gama ışını kalkanlama özellikleri üzerindeki etkisi hakkında araştırmalar yapılmaktadır (Sirin, 2020). Bu araştırmalarda tıbbi ve endüstriyel alanlarda farklı koruyucu malzemeleri geliştirmek ve ayrıca insan sağlığına zararlı kurşun kullanımının üstesinden gelmek amacıyla yapılmaktadır (Seenappa, 2017).

Güneş pillerinde de sıklıkla kullanılan iletkenlik özelliği olan SnO₂:F filmlerin radyasyona karşı verdiği tepkinin incelenmesi bu filmlerin farklı alanlarda kullanılabilmesi açısından olanak sağlayabilir. Böylelikle güneş pillerinin temelini oluşturan iletken cam tabakaların radyasyona karşı tutumu hakkında fikir sahibi olunabilmesi açısından bu çalışmaların yapılması önemlidir.

Bu çalışmada SnO₂:F üretimi için kimyasal püskürtme tekniği kullanılmıştır. Çalışmada kütle soğurma katsayısının teorik değerleri WinXCom data programı yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen kütle soğurma katsayısı yardımıyla Z_{eff} (etkin atom numarası), HVL (yarı değer katman kalınlığı), TVL (onda bir değer katman kalınlığı) ve MFP (ortalama serbest yol) soğurma parametreleri hesaplanmıştır.

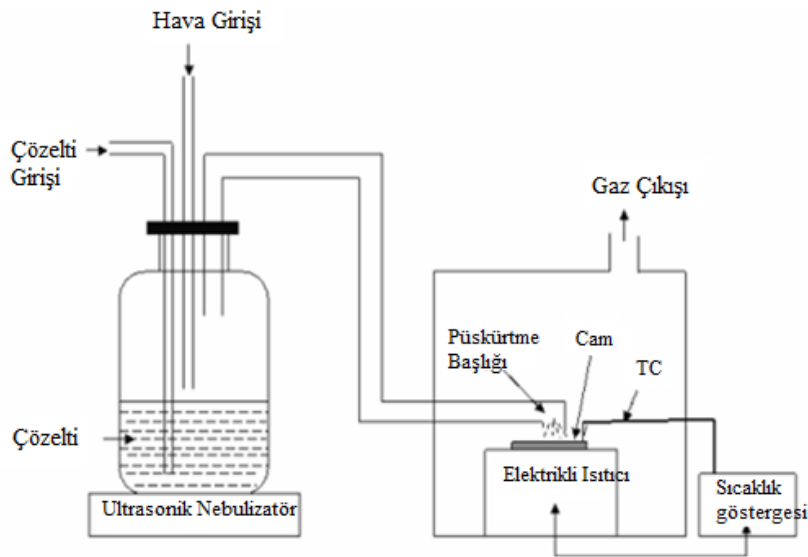
Materyal ve Metod

SnO₂:F ince filmler güneş enerjisi dönüşümünde ekonomik ve uygunluk açısından önemlidir. Aynı zamanda atmosferik şartlara uygunlukları nedeniyle fotovoltaik uygulamalarda iyi sonuçlar verdiği için talep edilen cam kaplamalardır (Dutta ve ark., 1995). Flor katkılanmış SnO₂ bileşiği daha yüksek elektrik iletkenlik, optik geçirgenlik ve kızılötesi yansımaya özelliklerine sahiptir. SnO₂:F cam, metal ve metal oksit gibi kristal ve amorf yüzeylere iyi tutunması nedeniyle çok ilgi çekicidir. Sprey piroliz yöntemi çözeltilerin sıcak altlıklar üzerine püskürtülmesiyle elde edilen ince film büyütme tekniğidir. Bu tekniğin tercih edilme sebebi uygun maliyetle, istenilen sıcaklıklarda, istenen film kalınlığında üretilebilmesi ve üretim esnasında oksijen miktarının fazlalığı ile oksit yarıiletken film üretilebilmesidir. Bu çalışmanın temel amacı, radyasyon

kalkanlama uygulamaları için farklı F oranlarında katkılanarak elde edilen SnO₂:F ince filmlerin gama foton zayıflatma parametrelerini belirlemektir.

SnO₂:F İnce Filmlerin Elde Edilmesi

Bu çalışmada 75x25x1mm boyutlarında cam alt tabanlar kullanılmıştır. İlk etapta su ile ön temizleme işlemi daha sonra 5 dk. etil alkol içerisinde bekletme ve deiyonize su ile durulama prosedürleri gerçekleştirilerek steril altlıklar elde edilmiştir. Durulama işleminden sonra camlar 5 dk. aseton içerisinde bekletilerek, kurutulmuştur. SnO₂:F ince filmleri kimyasal püskürtme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Başlangıç çözeltisi 90°C sıcaklıkta 11gr SnCl₂.2H₂O, 5ml hidroklorik asit (HCl) içerisinde 10 dk. manyetik karıştırıcıda karıştırılarak hazırlanmıştır (Elangovan ve ark., 2004). Kimyasal çözelti oda sıcaklığına soğutulmuştur. 5 ml saf suda çözülen amonyum florür (NH₄F) çözeltisi hazırlanarak SnCl₂.2H₂O ve HCl çözeltisi ile NH₄F çözeltisi birleştirilmiştir. Elde edilen karışıma metanol eklenerek 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen başlangıç çözeltisini buharlaştırabilmek için 1,63 MHz frekanslı ultrasonik nebulizatör kullanılmıştır. Püskürtme odacığında bulunan ısıtıcı taban 450°C'ye kadar ısıtılıp, başlangıç çözeltisi yaklaşık 8 dk. süreyle püskürtülerek SnO₂:F filmler elde edilmiştir. Film yapımı esnasında kullanılan deney düzeneği Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kimyasal püskürtme yöntemi kullanılarak SnO₂:F filmlerin elde edilmesi için kullanılan deney düzeneği

Elde edilen SnO₂:F'un yarı değer katmanı (HVL), kaynaktan çıkıp cam iletken yüzeye gelen foton şiddetinin yarıya düşmesi için gerekli olan soğurucu kalınlığını, Onda bir (1/10) değer katmanı (TVL) ise iletken cam ile etkileşime giren radyasyon şiddetini 1/10'a düşürmek için gereken malzeme kalınlığını ifade etmektedir. Denklem (2) ,(3) ve (4) kullanılarak HVL, TVL ve MFP (λ) değerleri hesaplanmıştır. Ortalama serbest yol (MFP) denklem(4) kullanılarak hesaplanmıştır (Akkaş, 2016; Agar ve ark., 2019).

$$HVL = \ln 2 / \mu \quad (2)$$

$$TVL = \ln 10 / \mu \quad (3)$$

$$MFP = 1 / \mu \quad (4)$$

Denklem (5) kullanılarak malzeme için toplam moleküler tesir kesiti (σ_{tm}) hesaplanmıştır (Singh ve ark., 2007).

$$\sigma_{tm} = 1 / N_A \cdot (\rho / \mu) \cdot \sum n_i A_i \quad (5)$$

A_i atom ağırlığı, n_i malzemeyi oluşturan atomlarının oranı, N_A Avogadro sayısıdır.

Denklem (6) kullanılarak malzemeye ait toplam elektronik tesir kesiti (σ_{te}) hesaplanmıştır (Singh ve ark., 2007).

$$\sigma_{te} = 1 / N_A \cdot \sum f_i (\rho / \mu)_i (A_i / Z_i); f_i = (n_i / \sum n_i) \quad (6)$$

A_i bileşiği oluşturan i elementin atom ağırlığı, Z_i i elementine ait atom numarası, f_i i elementine ait bolluk kesri, n_i i elementinin atom sayısıdır.

Denklem (7) kullanılarak etkin atom numarası (Z_{eff}) hesap edilmiştir (Singh ve ark., 2002).

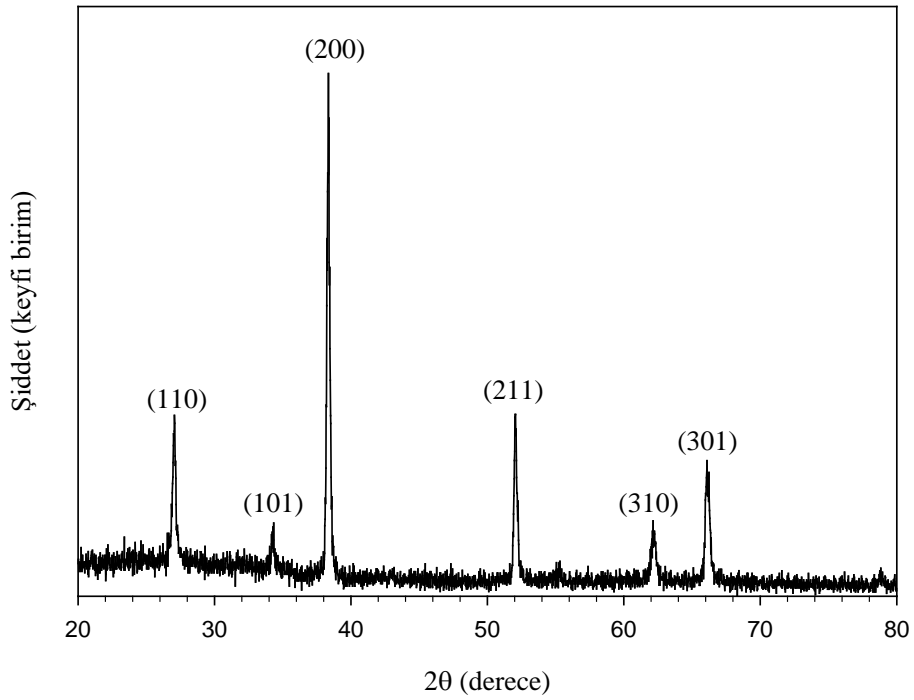
$$Z_{eff} = \sigma_{ta} / \sigma_{te} \quad (7)$$

Bulgular ve Tartışma

Elde edilen iletken ve geçirgen SnO₂:F kaplı camların X-ışınları kırınım (XRD) deseni ve (hkl) düzlemleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Film tercihli büyüme yönü $2\theta = 38,35^\circ$ ’de (200) olarak tespit edilmiştir. Diğer piklere ait açı değerleri düzlemler arası mesafeler (d) ve hkl düzlemleri Tablo 1’de gösterilmiştir. XRD kristal deseninden SnO₂:F ince filmlerinin tetragonal formda polikristal yapısında olduğu tespit edilmiştir. SnO₂ içerisine F katkılanmış filmlerin tercihli büyüme yönü (200) düzleminde ve XRD deseni literatürle uyum içerisindedir (Agashe ve ark., 1988).

Enerji ve flor katkı oranının artmasına bağlı olarak Z_{eff} değerindeki değişim Şekil 6 ve 7’de gösterilmiştir. Kütle soğurma katsayısının (μ/ρ) enerjiye göre değişim grafiği Şekil 5’de gösterilmiştir. μ/ρ değerlerinin artan foton enerjisi ile azalma gösterdiği görülmektedir. Kütle soğurma katsayı değerleri F konsantrasyonuna bağlı olarak değişim göstermektedir. F katkısının artmasıyla kütle soğurma katsayısında bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Hesaplanan yarı değer, onuncu değer katmanı ve ortalama serbest yol bu camlar için incelenmiş enerjiye göre değişim grafikleri Şekil 8-10’da gösterilmiştir. Çizilen grafiklerden de görüldüğü gibi HVL, TVL ve MFP parametrelerinin hesaplanan değerleri artan foton enerjisi ile artış göstermektedir.

Tüm enerjiler de en büyük HVL ve TVL değerlerinin %50 F katkısına sahip ince filme ait olduğu görülmektedir.

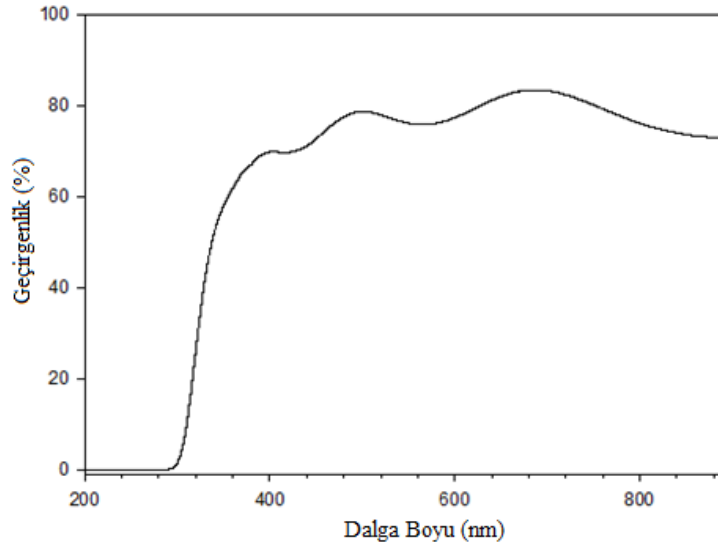


Şekil 2. Kimyasal püskürtme yöntemi ile üretilen SnO₂:F ince filmlerin XRD deseni

Tablo 1. SnO₂:F filmlerinin XRD kırınım desenlerinden elde edilen veriler

2θ(derece)	d (Å ^o)	(hkl)
38,35	2,3463	(200)
52,06	1,7565	(211)
27,06	3,2942	(110)
66,05	1,4144	(301)
62,19	1,4926	(310)
34,28	2,6154	(101)

Kimyasal püskürtme yöntemi ile üretilen SnO₂:F kaplı camların dirençleri 30 Ω olarak ölçülmüştür. Bu direnç değeri camın iletkenlik özelliğine sahip olduğunu ve literatürle uyum içerisinde olduğunu göstermektedir (Murakami ve ark., 1996). SnO₂:F ince filmin optiksel geçirgenlikleri UV spektrometresi ile elde edilmiş olup sonuç Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Kimyasal püskürtme yöntemi ile üretilen SnO₂:F ince filmlerin optiksel geçirgenliği

Katkılama oranlarının iletkenlik üzerinde etkisi sebebiyle güneş pili uygulamalarında SnO₂:F kaplaması tercih edilmektedir. Bu nedenle sadece iletken olan filmlerin geçirgenlik özellikleri incelenmiş ve hemen hemen bütün filmlerde 300-900 nm arasında %70-80 geçirgenliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir.

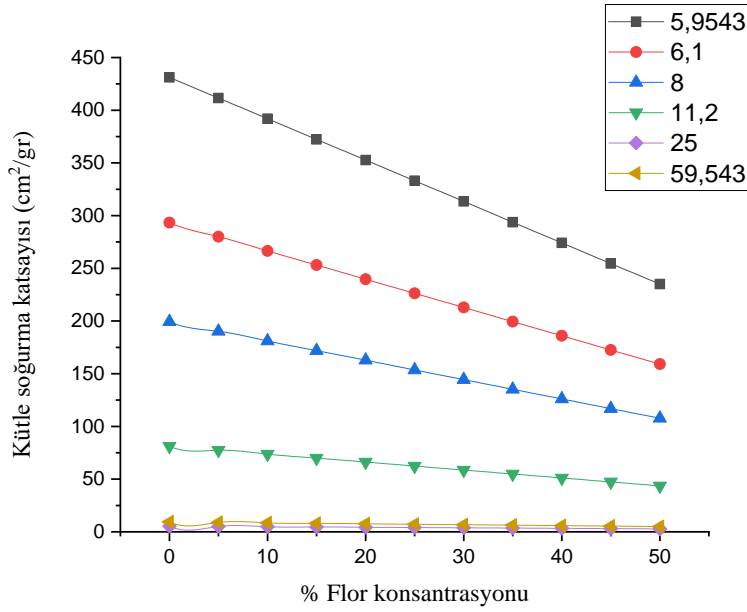
Tablo 2. Flor katkı oranlarına göre farklı enerjilerde kütle soğurma katsayı değerleri

Katkı oranları (%)		Kütle Soğurma Katsayısı (cm ² /gr)					
SnO ₂	F	5,9543 keV	6,9 keV	8 keV	11,2 keV	25 keV	59,543 keV
100	0	431,2	293,4	199,4	81,25	9,362	5,319
95	5	411,6	280	190,3	77,48	8,926	5,063
90	10	391,9	266,5	181,1	73,71	8,491	4,807
85	15	372,3	253,1	171,9	69,94	8,056	4,550
80	20	352,7	239,7	162,8	66,17	7,621	4,294
75	25	333,1	226,3	153,6	62,40	7,185	4,038
70	30	313,5	212,9	144,4	58,63	6,750	3,782
65	35	293,8	199,4	135,2	54,86	6,315	3,525
60	40	274,2	186	126,1	51,09	5,880	3,269
55	45	254,6	172,6	116,9	47,32	5,445	3,013
50	50	235	159,2	107,7	43,55	5,009	2,756

Tablo 2 incelendiğinde aktif bir ametal olan F katkısının cama iletkenlik özelliği sağlamanın yanında kütle soğurma katsayısını da düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yapılan hesaplamalardan kütle soğurma katsayısının

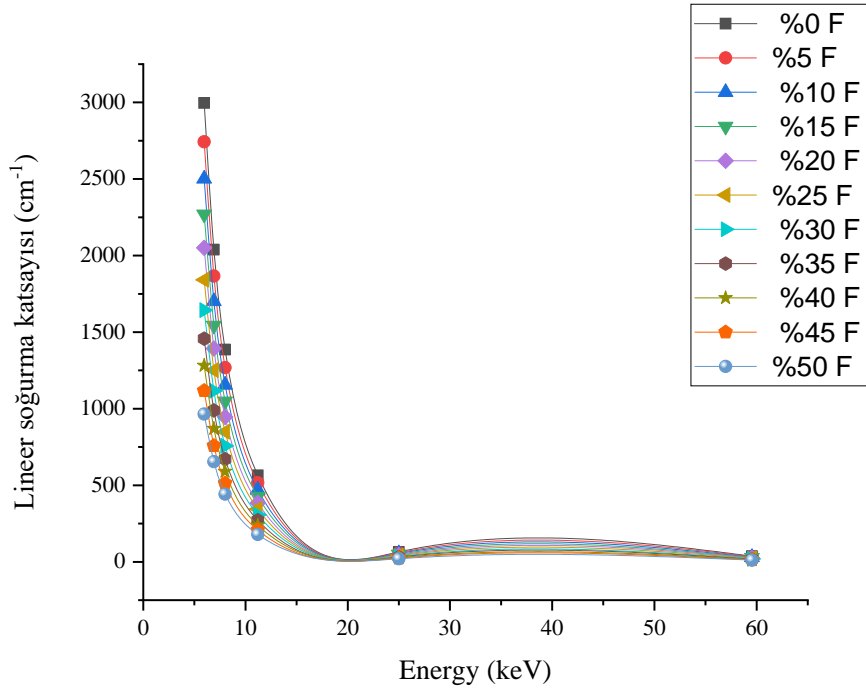
5,9-59,543 keV enerji aralığında mevcut ince filmlerin radyasyon ile etkileşme ihtimali daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yapılan hesaplamalar neticesinde gözlemlenmiştir. 50 keV ve üzeri enerjilerde mevcut ince filmlerin hemen hemen tamamında elde edilen değerlerin çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek enerjili ²⁴¹Am kaynağının 59,543 keV enerjide gama radyasyonu yaydığı göz önünde bulundurularak ince filmlerin gama radyasyonuna verdiği tepkiyi incelemek amacıyla 5,9-59,543 keV enerji aralığında çalışılmıştır.

Flor konsantrasyonuna bağlı olarak kütle soğurma katsayısındaki değişim grafiği Şekil 4’de gösterilmiştir. Şekil 4’den de görüldüğü üzere SnO₂:F ince filmlerin radyasyonu soğurma olayı enerjiye bağlı olarak incelendiğinde F konsantrasyon miktarına göre kütle soğurma katsayısının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu azalışın foton madde etkileşiminde baskın olan fotoelektrik etki ile olduğu açıklanabilir. Elde edilen veriler ışığında radyasyon ve F katkılı iletken camların arasındaki etkileşimin çoğunun düşük enerji bölgesinde gerçekleştiğini gösterir. Saçılma olayı foton madde etkileşimini azaltan bir durum olmasından dolayı 25 keV’den büyük enerjilerde Compton saçılması olayının da etkisiyle MAC (kütle soğurma katsayısı) parametrelerinin daha küçük değerler aldığı gözlemlenmiştir.



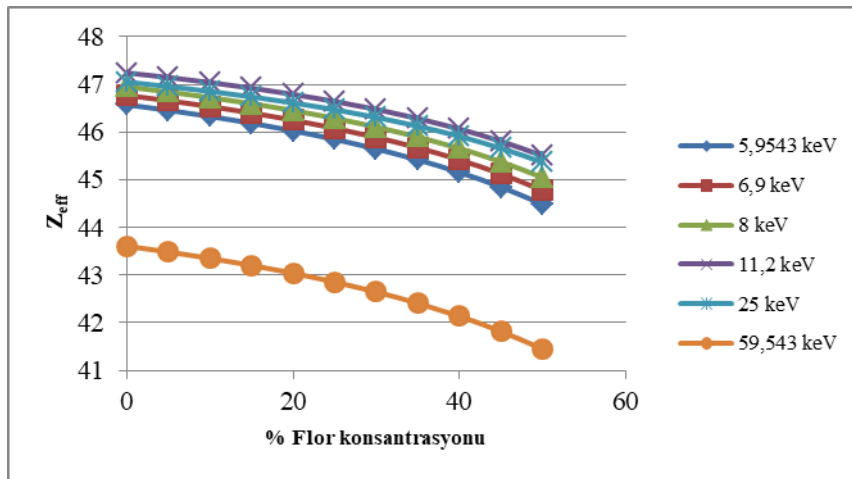
Şekil 4. Flor konsantrasyonuna ve enerjiye bağlı olarak kütle soğurma katsayısındaki değişim

Şekil 5’de Flor konsantrasyonuna bağlı olarak enerjiye göre lineer soğurma katsayısındaki değişim grafiği çizilmiştir. Bu grafikte görüldüğü gibi lineer soğurma katsayısının değeri artan enerji ile azalmaktadır. Fotoelektrik etkinin baskın olduğu düşük enerjili bölgede lineer soğurma katsayısının daha yüksek bir değer kazandığı görülmektedir.



Şekil 5. Flor konsantrasyonuna bağlı olarak enerjiye göre lineer soğurma katsayısındaki değişim

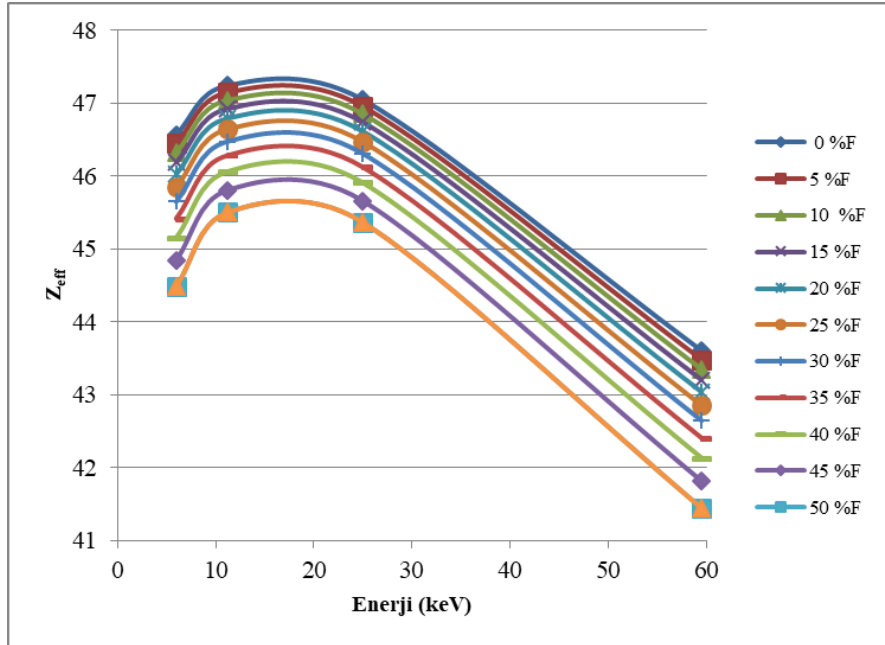
Flor konsantrasyonuna bağlı olarak etkin atom numarası Z_{eff} değişim grafiği Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 6'da enerji ve %F katkısının artmasıyla Z_{eff} değerinin azaldığı gözlemlenmektedir. Enerji artışıyla beraber Z_{eff} değerinde de azalma gözlemlenmiştir. $SnO_2:F$ ince filmi incelendiğinde, atom numarası düşük olan Florun ($F=9$) malzemenin fotonla etkileşme ihtimalini azalttığı, atom numarası büyük olan Kalayın ($Sn=50$) ise etkileşme ihtimalini artırdığı görülmektedir. Bu durum atom numarası büyük elementler için fotoelektrik etkinin baskın olması ve atomik tesir kesitlerinin de kütle soğurma katsayısıyla orantılı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 6. Flor konsantrasyonuna bağlı olarak etkin atom numarası Z_{eff} değişim grafiği

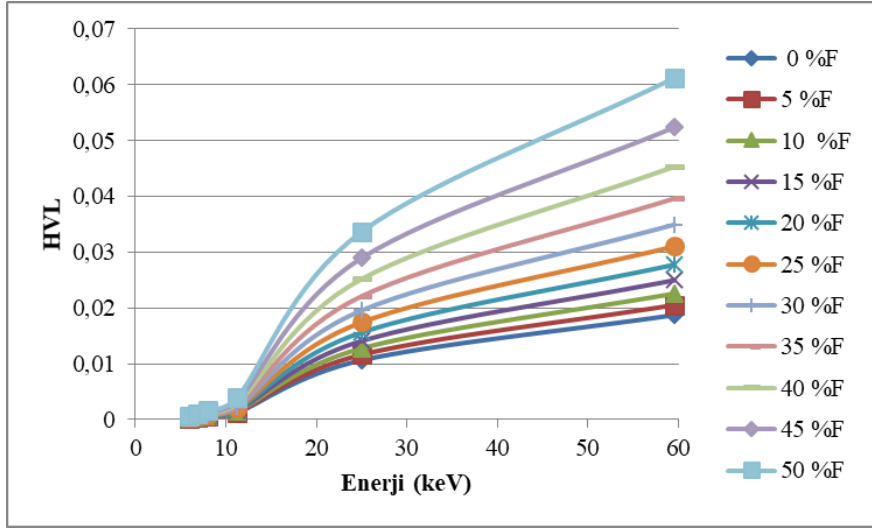
Flor konsantrasyonuna ve enerjiye bağlı olarak etkin atom numarası Z_{eff} değişim grafiği Şekil 7'de gösterilmiştir. İncelenen $SnO_2:F$ ince filmlerin etkin kütle numarası Z_{eff} hemen hemen tüm katkı oranlarında çok büyük değişimler göstermemiştir. Bunun sebebi Florun (F) atom numarasının Kalay (Sn)

elementine kıyasla düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Düşük enerjide Z_{eff} değerindeki artış etkin atom numarasının Sn elementinin atom numarasına yaklaştığını göstermektedir. Birden fazla elementten oluşan yapılar radyasyonla etkileşime girdiğinde enerjiye bağlı olarak etkin atom numarasında değişim meydana getirmektedir. Enerji arttıkça çoklu atom yapılarında etkin atom numarası azalma gösterir. İnce filmler için Z_{eff} değerindeki düşüş ara enerjilerde Compton saçılmasının varlığı ile açıklanmaktadır.

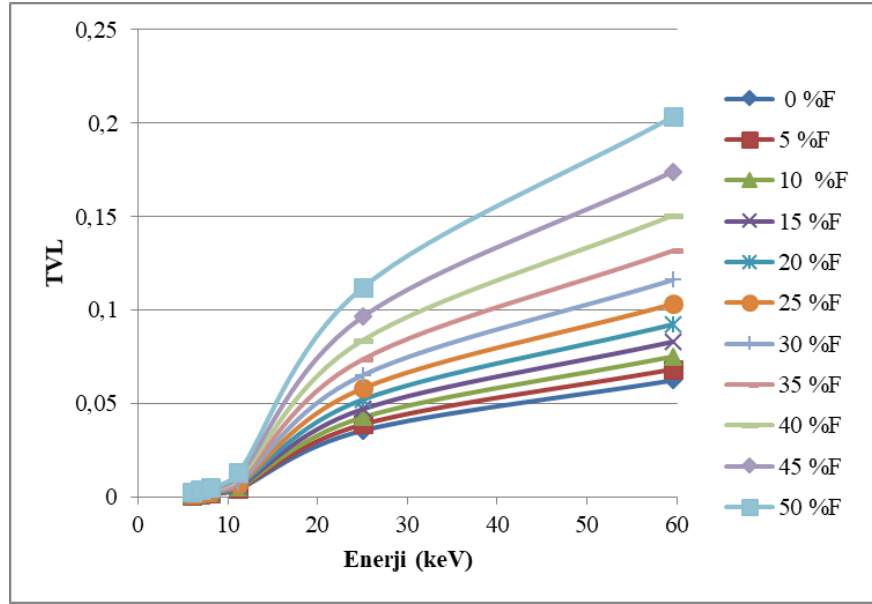


Şekil 7. Flor konsantrasyonuna ve enerjiye bağlı olarak etkin atom numarası Z_{eff} değişimi

Enerjiye göre yarı değer katman kalınlığı HVL ve TVL değişim grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Enerji arttıkça HVL ve TVL değerlerinde yükselme olduğu Şekil 8 ve 9'da gözlemlenmektedir. HVL ve TVL numunenin yoğunluğuna bağlıdır. Bu anlamda, yüksek yoğunluğa sahip %100 SnO₂ kaplı camlar diğer camlara kıyasla daha küçük HVL ve TVL değerlerine sahiptir. Flor katkısı ise HVL ve TVL değerlerinde artışa sebep olmuştur.

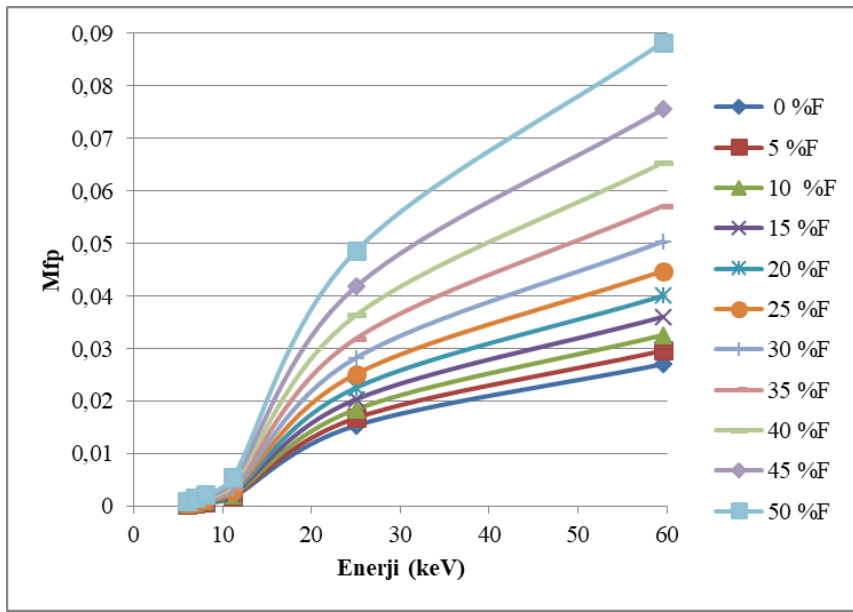


Şekil 8. Enerjiye göre yarı değer katman kalınlığı HVL değişimi



Şekil 9. Enerjiye göre onda bir değer kalınlığı TVL değişimi

Enerjiye göre MFP değişim grafiği Şekil 10'da gösterilmiştir. Flor elementine oranla yüksek yoğunluğa sahip Kalay içeriğine sahip numunenin daha düşük MFP değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elektrik iletme ve %80 oranında ışık geçirme özelliği olan bu ince filmlerin radyasyon zırlama özelliği de göz önünde bulundurulduğunda endüstri ve birçok alanda kullanım alanı bulacağı düşünülmektedir.



Şekil 10. Flor konsantrasyonuna bağlı olarak enerjiye göre ortalama serbest yol Mfp değişim

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, üretilen F katkılı SnO₂ cam örneklerinin optiksel ve yapısal karakterizasyonunun yanı sıra radyasyon zırlama verimlilikleri araştırılmış, teorik kütle soğurma katsayıları WinXCom yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Bu hesaplamalar 5,9543-59,543 keV'lik foton enerjileri için elde edilmiştir. F içeriğinin oranı arttıkça μ/ρ ve Z_{eff} parametre değerlerinin azaldığı görülmüştür. En yüksek kütle soğurma katsayısının %5 F katkılı camlarda olduğu bulunmuştur. Flor elementinin katkı oranı arttıkça halojen bir element olan Florun yoğun elektron ilgisine sahip olmasından dolayı katkı olarak eklendiği maddede kütle soğurma katsayısının düşmesine sebep olmuştur. Elde edilen sonuçlar, kalay oksit flor için 5,9543 keV'de maksimum bir değere sahiptir. F içeriğinin azalan oranıyla camların radyasyondan korunma kapasitesi artmaktadır. Sonuçlar, malzemenin foton ile etkileşiminin malzemenin kimyasal bileşimine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle %5 F katkılı ince filmlerin en yüksek radyasyon koruma özelliğine sahip olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak yüksek atom numarasına sahip olan Sn, çalışmada iyi radyasyon perdeleme performansı göstermektedir. Gelecekte daha iyi bir malzeme karakterizasyonu için bu çalışmaların devam ettirilmesi büyük önem taşımaktadır. İyonlaştırıcı radyasyonun bilinen zararlı etkilerini azaltmak için, incelenen malzeme alternatif olarak gama, beta ve nötron korumasında kullanılabilir. Sonuç olarak SnO₂:F camlar, fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı güneş pillerinde yaygın kullanımının yanı sıra medikal ve tıp alanlarında da alternatif bir malzeme olarak kullanılabilirliği tartışılabilir. Bu nedenle bu çalışmada radyasyona karşı davranışı incelenen malzemenin birçok alanda etkin bir şekilde kullanılabilir olduğu düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Agar O., Sayyed MI., Akman F., Tekin HO., Kaçal MR. An extensive investigation on gamma ray shielding features of Pd/Ag-based alloys. *Nuclear Engineering and Technology* 2019; 51(3): 853-859.
- Agashe C., Marathe BR., Takwale MG., Bhide VG. Structural properties of SnO₂: F films deposited by spray pyrolysis technique. *Thin Solid Films* 1988; 164: 261-264.
- Akkaş A. Determination of the tenth and half value layer thickness of concretes with different densities. *Acta Physica Polonica A* 2016; 129(4): 770-772.
- Aygün B., Şakar E., Korkut T., Sayyed MI., Karabulut A., Zaid MHM. Fabrication of Ni, Cr, W reinforced new high alloyed stainless steels for radiation shielding applications. *Results in Physics*, 2019; 12: 1-6.
- Dutta J., Perrin J., Emeraud T., Laurent JM., Smith A. Pyrosol deposition of fluorine-doped tin dioxide thin films. *Journal of Materials Science* 1995; 30(1): 53–62.
- Elangovan E., Singh MP., Ramamurthi K. Studies on structural and electrical properties of spray deposited SnO₂:F thin films as a function of film thickness. *Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology* 2004; 113(2): 143–148.
- Ersundu AE., Büyükyıldız M., Çelikbilek Ersundu M., Şakar E., Kurudirek M. The heavy metal oxide glasses within the WO₃-MoO₃-TeO₂ system to investigate the shielding properties of radiation applications. *Progress in Nuclear Energy* 2018; 104: 280–287.
- Gaikwad DK., Sayyed MI., Botewad SN., Obaid SS., Khattari ZY., Gawai UP., Afaneh F., Shirshat MD., Pawar PP. Physical, structural, optical investigation and shielding features of tungsten bismuth tellurite based glasses. *Journal of Non-Crystalline Solids* 2019; 503: 158–168.
- Gaikwad DK., Sayyed MI., Obaid SS., Issa SAM., Pawar PP. Gamma ray shielding properties of TeO₂-ZnF₂-As₂O₃-Sm₂O₃ glasses. *Journal of Alloys and Compounds* 2018; 765: 451–458.
- Kaewkhao J., Limsuwan P. Mass attenuation coefficients and effective atomic numbers in phosphate glass containing Bi₂O₃, PbO and BaO at 662 keV. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 2010; 619(1–3): 295–297.
- Kaur T., Sharma J., Singh T. Thickness optimization of Sn–Pb alloys for experimentally measuring mass attenuation coefficients. *Nuclear Energy and Technology* 2017; 3(1): 1–5.
- Kumar A., Gaikwad DK., Obaid SS., Tekin HO., Agar O., Sayyed MI. Experimental studies and Monte Carlo simulations on gamma ray shielding competence of (30+x)PbO–10WO₃– 10Na₂O – 10MgO – (40-x)B₂O₃ glasses. *Progress in Nuclear Energy* 2020; 119.
- Murakami K., Yagi I., Kaneko S. Oriented growth of tin oxide thin films on glass substrates by spray

pyrolysis of organotin compounds. In *Journal of the American Ceramic Society* 1996; 79(10): 2557–2562.

Obaid SS., Sayyed MI., Gaikwad DK., Pawar PP. Attenuation coefficients and exposure buildup factor of some rocks for gamma ray shielding applications. *Radiation Physics and Chemistry* 2018; 148: 86–94.

Seenappa L. A study of photon interaction parameters in barium compounds. *Annals of Nuclear Energy* 2017; 109: 310–317.

Singh H., Sharma J., Singh T. Extensive investigations of photon interaction properties for Zn_xTe_{100-x} alloys. *Nuclear Engineering and Technology* 2018; 50(8): 1364–1371.

Singh K., Singh, H., Sharma, V., Nathuram, R., Khanna, A., Kumar, R., Singh Bhatti, S., & Singh Sahota, H. Gamma-ray attenuation coefficients in bismuth borate glasses. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 2002; 194(1): 1–6.

Singh MP., Sandhu BS., Singh B. Measurement of the effective atomic number of composite materials using Rayleigh to Compton scattering of 279 keV gamma rays. *Physica Scripta* 2007; 76(4): 281–286.

Sirin M. The effect of titanium (Ti) additive on radiation shielding efficiency of $Al_{25}Zn$ alloy. *Progress in Nuclear Energy* 2020; 128.



Simetrik Modüllerin Türevleri Üzerine Bir Not

Ali KARAKUŞ^{1*}

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, 79000, Kilis

¹<https://orcid.org/0000-0002-8483-0137>

*Sorumlu yazar: alikarakus@kilis.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 10.02.2021

Kabul tarihi: 29.03.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Simetrik modül

Homomorfizma

Sonlu üretilmiş modül

Halka

Simetrik modüllerin türevi

ÖZET

Simetrik modüller ve Exterior modüller ile ilgili çalışmalar özellikle Değişmeli Cebir alanında araştırmacılara değişik bakış açıları kazandırmıştır. Bu bakış açılarından birisi de Simetrik ve Exterior modüllerin kararlı ve yarı kararlı alt modüllerinin cebirsel özellikleri ile ilgilidir. Bu modül yapılarının matematik ile iç içe olan Matematiksel Fizik gibi başka alanlarda da kullanımı söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada, herhangi modül homomorfizmaları için simetrik modüllerin yarı kararlı alt modüllerinin özelliklerini inceleyeceğiz. Ayrıca bu makalede özel olarak karakteristiği sıfır olan bir halka üzerindeki sonlu olarak üretilen modül yapılarının kararlı olan alt modüllerinin bazı özellikleri incelenmiştir. Son olarak da Yardımcı Teoremler ile elde edilen bazı sonuçlara yer verilmiştir.

A Note on Derivation of Symmetric Modules

Research Article

Article History:

Received: 10.02.2021

Accepted: 29.03.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Symmetric module

Homomorphism

Finitely generated module

Ring

Derivation of symmetric modules

ABSTRACT

Studies on symmetric modules and exterior modules have brought different perspectives to researchers, especially in the field of Commutative Algebra. One of these perspectives is related to the algebraic properties of the stable and semi-stable submodules of the Symmetric and Exterior modules. These module structures are also used in other fields such as Mathematical Physics, which are intertwined with mathematics. In this paper, we will examine properties of semi stable submodules of symmetric modules for any module homomorphisms. In addition, in this article, some properties of stable submodules of finitely produced module structures on a ring with zero characteristic are examined. Finally, some results obtained with Auxiliary Theorems are given.

To Cite: Karakuş A. Simetrik Modüllerin Türevleri Üzerine Bir Not. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 274-282.

Giriş

Bir cebirin yüksek dereceden diferansiyel operatörlerinin modülleri ise ilk defa (Osborn, 1967) tarafından tanımlanmıştır. Daha sonra benzer tanımlar Heyneman ve Sweedler (1969) in çalışmalarında görülmektedir. Bu konuda en kapsamlı çalışma ise Nakai (1970) tarafından yapılmıştır. Türev modülleri ve simetrik türev tanımı ise ilk olarak Osborn (1968) tarafından yapılmıştır. Aynı konu üzerinde Vasconcelos (1968); Sweedler (1975); Hart (1996); Bergman (1997) gibi birtakım matematikçiler de çalışmıştır. Ayrıca Karakus (2021)'da yine exterior ve simetrik modüllerin türevleri ile ilgili bazı sonuçlar elde etmiştir.

M karakteristiği sıfır olan bir halka üzerinde sonlu üretilmiş bir modül olsun. M üzerindeki her e^* modül homomorfizması için $d(e^*), S(M)$ simetrik modülü üzerinde bir türevidir ve

$$d(e^*)x_1x_2\dots x_p = \sum_{k=1}^p e^*(x_k)x_1\dots x_{k-1}x_{k+1}\dots x_p$$

ile tanımlanır.

Bu çalışmada, herhangi $e_1^*, e_2^* \in M$ modül homomorfizmaları için $d(e_1^*)d(e_2^*)A \subseteq A$ şartını sağlayan $S(M)$ nin A alt modüllerinin özelliklerini inceleyeceğiz.

Simetrik modüller kavramı birçok bilim insanı tarafından yıllardır çalışılan bir konudur. Bu çalışmada Greub (1967), Lambek (1971), Huneke (1981), Sharp (2000)'den faydalanılmıştır.

$Hom(M, M)$, M üzerindeki tüm modül homomorfizmaların oluşturduğu küme olmak üzere, M , $Hom(M, M)$ ile birlikte karakteristiği sıfır olan bir R halkası üzerinde sonlu üretilmiş bir R – modül olsun.

Ayrıca $S(M) = \sum_{m=0}^{\infty} S^m(M)$, M üzerinde bir simetrik modül olsun. Her $e^* \in Hom(M, M)$ için

$d(e^*), S(M)$ üzerinde bir türev olarak tanımlanır ve her $p \in \mathbb{Z}^+, \lambda \in R, x_j \in M, j = 1, 2, \dots, p$ için

$$d(e^*)x_1x_2\dots x_p = \sum_{k=1}^p e^*(x_k)x_1\dots x_{k-1}x_{k+1}\dots x_p$$

$$d(e^*)\lambda = 0$$

dır. $A \subset S(M)$ olduğunu kabul edelim. O zaman, A ,

- 1) $e^* \in Hom(R, R)$ için $d(e^*)A \subseteq A$ ise kararlı
- 2) $e_1^*, e_2^* \in Hom(R, R)$ için ise yarı kararlı olarak adlandırılır.

Bu çalışmada, $S(M)$ simetrik modüllerinin yarı kararlı alt modüllerini ve özelliklerini inceleyeceğiz.

Simetrik Modüllerin Yarı Kararlı Alt Modülleri

Bu kısımdaki ana teoremi ve ispatını vermeden önce aşağıdaki yardımcı teoremleri ispatlayalım.

Yardımcı Teorem 1: $x, y_1, y_2, \dots, y_k \in R, 0 \neq \lambda \in R$ ve $f(x) = x + \lambda x^2$ olsun. Ayrıca

$$H = \{1, f(x)\}$$

ya da

$H = \{1, f(x), f'(x)y_1, \dots, f'(x)y_k\} \cup \{y_i y_j : 1 \leq i \leq j \leq k\}$ olsun. O zaman H tarafından üretilen $S(M)$

nin B alt modülü yarı kararlıdır.

İspat: Eğer $H = \{1, f(x)\}$ ise ispat aşıkardır. Biz ikinci durumu ispatlayalım. $x = y_{k+1}$ olmak üzere

$y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^* \in \text{Hom}(R, R)$ R -modül homomorfizmaları ile birlikte $y_1, y_2, \dots, y_n \in M$ ve

$\phi_1 = d(y_s^*) \in S(M), \phi_2 = d(y_t^*) \in S(M)$ iki türev olsun. $d_1, d_2 \in H$ alalım.

$(d(y_{k+1}^*)f(x))^2 = (f'(x))^2 = 1 + 4\lambda f(x) \in B$ olduğundan

$$\phi_1(d_1)\phi_2(d_2) \in B \quad (0.1)$$

dir. Dolayısıyla $\phi_1\phi_2(d_1) \in B$ olur.

$m \geq 2, g_i \in H, i = 1, 2, \dots, m$ için $g = g_1 g_2 \dots g_m$ ve $h = g_1 g_2 \dots g_{m-1}$ olsun. $m \geq 3$ için tümevarımdan

faydalanarak

$$\phi_1(g_1 g_2 \dots g_{m-2})\phi_2(g_m) \in B \quad (0.2)$$

olduğunu kabul edebiliriz. Dolayısıyla (1.2) den

$$\begin{aligned} \phi_1(h)\phi_2(g_m) &= (g_{m-1}\phi_1(g_1 g_2 \dots g_{m-2})) \\ &+ (g_1 g_2 \dots g_{m-2}\phi_1(g_{m-1}))\phi_2(g_m) \in B \end{aligned} \quad (0.3)$$

dir. Tekrar tümevarım yaparak

$$\phi_1\phi_2(h) \in B \quad (0.4)$$

elde ederiz. (1.1), (1.3) ve (1.4) denklemlerinden

$$\begin{aligned}\phi_1\phi_2(g) &= \phi_1(h\phi_2(g_m) + g_m\phi_2(h)) \\ &= \phi_1(h)\phi_2(g_m) + h\phi_1\phi_2(g_m) + \phi_1(g_m)\phi_2(h) \text{ elde edilir. Bu ise } B \text{ nin yarı kararlı olması demektir.} \\ &+ g_m\phi_1\phi_2(h) \in B\end{aligned}$$

Yardımcı Teorem 2: $A, S(M)$ nin yarı kararlı bir alt modülü ve $y_1, y_2, \dots, y_k \in R, 0 \neq \lambda_i, i = 1, 2, \dots, k$ olmak

üzere $y = \sum_{i=1}^k \lambda_i y_i^2$ olsun. Ayrıca $x \in M$ için $x + y \in A$ olsun. O zaman aşağıdaki ifadeler doğrudur.

a) Her $1 \leq i \leq k$ için bir $x_i' \in M$ vardır öyleki $x_i' + y_i^2 \in A$ dir.

b) $x = 0$ iken $y_1^2, y_2^2, \dots, y_k^2 \in A$ dir.

İspat:

a) $k > 1$ ve $y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^* \in Hom(R, R)$ için $y_1, y_2, \dots, y_n \in R$ olsun.

$$A \in (x + y)^2 = x^2 + 2xy + \sum_{i=1}^k \lambda_i^2 y_i^4 + 2 \sum_{1 \leq i < j \leq k} \lambda_i \lambda_j y_i^2 y_j^2 \text{ olduğundan bazı } g_0 \in F, g_1 \in R \text{ için}$$

$$\begin{aligned}v &= d(y_1^*)d(y_1^*)(x + y)^2 \\ &= g_0 + g_1 + 12\lambda_1^2 y_1^2 + 4 \sum_{i=2}^k \lambda_1 \lambda_i y_i^2 \in A\end{aligned}$$

dir. Dolayısıyla

$$v - 4\lambda_1(x + y) = g_0 + (g_1 - 4\lambda_1 x) + 8\lambda_1^2 y_1^2 \in A$$

olur. Buradan da açıkça görüleceği üzere $F \subseteq A$ dir. Ayrıca $(8\lambda_1^2)^{-1}(g_1 - 4\lambda_1 x) = x_1' \in R$ olduğundan

$x_1' + y_1^2 \in A$ dir. Benzer şekilde $2 \leq i \leq k$ olmak üzere bazı $x_i' \in R$ için $x_i' + y_i^2 \in A$ dir.

b) nin ispatı (a) nin ispatına benzer olarak yapılır.

$h_1, h_2, \dots, h_k \in R$ olmak üzere $0 \neq \lambda_i \in R, i = 1, 2, \dots, k$ için $h \in S^2(M)$ simetrik modülü $\sum_{i=1}^k \lambda_i h_i^2$ olarak yazılabilir.

Yardımcı Teorem 3: $A, S(M)$ nin yarı kararlı bir alt modülü olsun. O zaman bazı $W \subset M$ için

$$A \cap S^2(M) = S^2(W) \text{ dir.}$$

İspat: W, M nin en büyük alt modüllerinden biri olmak üzere $S^2(W) \subseteq A$ olsun. Kabul edelim ki $h \in A \cap S^2(W)$ ve $h \notin S^2(W)$ olsun. Yardımcı Teorem 2(b) den, bir $e \in M$ vardır öyle ki $e^2 \in S^2(W)$ ve $e^2 \in A$ dir. $e^2 \in A$ olduğundan, $W \neq 0$ ve $0 \neq y \in W$ için $y^2 e^2 \in A$ olur. A nın yarı kararlı oluşundan, $ye \in A$ ve dolayısıyla $A \supseteq S^2(W + \langle e \rangle)$ dir. Bu ise bir çelişkidir. O halde $A \cap S^2(M) = S^2(W)$ dir.

Yardımcı Teorem 4: W, M nin bir alt modülü, $z \in S^q(M)$ ve $r < q$ bir pozitif tamsayı olsun. Eğer $z \notin S^q(M)$ ise $e_1^*, \dots, e_{q-r}^* \in \text{Hom}(R, R)$ R – modül homomorfizmaları vardır öyle ki

$$\left(\prod_{j=1}^{q-r} d(e_j^*) \right) z \notin S^r(W)$$

dir.

$r = 1$ için bu Yardımcı Teorem, Marvin Marcus da ispatlanmıştır.

Teorem: $B, S(M)$ simetrik modülünün yarı kararlı bir alt modülüdür ancak ve ancak

Ya, $B = S(W)$ dir.

Ya, bazı $W \subset M$ alt modülleri için $B = \sum_{m=0} S^{2m}(W)$ dir.

Ya da B , Yardımcı Teorem 1 de belirtildiği gibi bir alt modüldür.

İspat:

Gerekliklik: Yardımcı Teorem 1’den açıktır.

Yeterlilik:

1.Durum: $B \cap M = W \neq 0$ ve $S^2(W) \subset B$ olduğundan $F \subseteq B$ dir. $z_i \in S^i(M), z_q \neq 0, q \geq 2$ için

$z = \sum_{i=1}^q z_i \in B$ olsun. Eğer q tek sayı ise $F \subseteq B, B \cap M = W$ ve Yardımcı Teorem 4’den $z^q \in S^q(W)$ dir.

Kabul edelim ki q çift sayı ve $0 \neq w \in W$ olsun. O zaman $z w = \sum_{i=1}^q z_i w \in B$ iken $z_q w \in S^{q+1}(W)$ olur.

Dolayısıyla buradan da $B = S(W)$ elde ederiz.

2.Durum: $B \cap M = 0$ olduğundan, eğer $B \cap \left(\sum_{i=0}^2 S^i(M) \right) = F$ ise Yardımcı Teorem 4'den $B = F$ elde

edilir. Şimdi, $B \cap \left(\sum_{i=0}^2 S^i(M) \right) \neq F$ olduğunu kabul edelim. Buradan, $F \subseteq B$ ve $B \cap \left(\sum_{i=0}^2 S^i(M) \right) \neq 0$

olduğu kolayca görülür. Şimdi; $z^i \in S^i(M)$ ve $z_q \neq 0$ olmak üzere $z = \sum_{i=1}^q z_i \in B$ olduğunu kabul edelim.

$B \cap M = 0$ olduğundan Yardımcı Teorem 4'e göre q çift olmalıdır. Dolayısıyla burada iki tane daha alt durum ortaya çıkar:

Alt Durum 1: $0 \neq u_1 \in U, u_2 \in S^2(M)$ olmak üzere $B, u_1 + u_2$ formunda hiçbir eleman içermesin. Yardımcı Teorem 3'den, bazı $W \subset M$ alt modülleri için

$$B \cap (M + S^2(M)) = S^2(W) \quad (0.5)$$

dir. Eğer $q \geq 4$ ise, Yardımcı Teorem 4 ve Yardımcı Teorem 5'e göre $z \in B$ ve $F \subseteq B$ olduğundan $z_q \in S^q(W)$ elde ederiz. Dolayısıyla tümevarımdan da yararlanarak, $z = \sum_{m=0} S^{2m}(W)$ bulunur. Bu ise

$B = \sum_{m=0} S^{2m}(W)$ olduğunu gösterir.

Alt Durum 2: $0 \neq u_1 \in M, u_2 \in S^2(M)$ olmak üzere $B, u_1 + u_2$ formunda bir elemanı içersin.

$v_1, v_2, \dots, v_k \in M$ olmak üzere, $\alpha_i \neq 0, i=1, 2, \dots, k$ için $u_2 = \sum_{i=1}^k \alpha_i v_i^2$ yazarız. Yardımcı Teorem 2'den

dolayı, $v'_1, v'_2, \dots, v'_k \in M$ vardır öyle ki $i=1, 2, \dots, k$ için $v'_i + \alpha_i v_i^2 \in B$ dir. $B \cap M = 0$ ve her $i=1, 2, \dots, k$ olmak üzere, yarı kararlılıktan dolayı $v'_i \in \langle v_i \rangle$ olduğu görülür. Dolayısıyla $B \cap M = 0$ iken

$$u_1 + u_2 = \sum_{i=1}^k (v'_i + \alpha_i v_i^2) \quad (0.6)$$

dir. Yani bazı $v'_j \neq 0$ dir. Bu yüzden bazı $\lambda \in R$ için $0 \neq x \in M$ vardır öyle ki $x + \lambda x^2 \in B$ dir. Şimdi, W, M nin bir alt modülü olmak üzere $B \cap (S^2(M)) = S^2(W)$ olsun. o zaman ya $W = \{0\}$ ya da $W, f(x) = x + \lambda x^2, f'(x) = 1 + 2\lambda x$ ve $H = \{1, f(x), f'(x)y_1, \dots, f'(x)y_k\} \cup (S^2(W))$ elemanlarına sahiptir. Şimdi, B nin H tarafından üretildiğini göstermeliyiz. İlk olarak, şunu belirtmeliyiz ki; her $1 \leq i \leq k$ için

$$f(x)y_i^2 \in B \quad (0.7)$$

dir. $B \cap M = 0$ olduğundan x ve y_i farklı elemanlardır. Dolayısıyla, B 'nin yarı kararlılığı ve (1.7) den $2f'(x)y_i \in B$ dir. Ayrıca $[H], S(M)$ nin H tarafından üretilen alt modülünü göstermek üzere $[H] \subseteq B$ dir. $B \cap (M + S^2(M)) \subseteq [H]$ olduğunu göstermeliyiz.

$0 \neq u \in M, c \in R$ olmak üzere $u + cu^2 \in B$ olsun. Eğer u ve x farklı elemanlar değilse $B \cap M = 0$ ve $x + \lambda x^2, u + cu^2$ da farklı elemanlar değildir. Dolayısıyla $u + cu^2 \in H$ 'dir. Şimdi, kabul edelim ki u ve x farklı elemanlar olsunlar. $x^*, u^* \in Hom(R, R)$ için

$$x^*(x) = 1, \quad x^*(u) = 0$$

$$u^*(u) = 1, \quad u^*(x) = 0$$

olsun. O zaman,

$$\lambda(x + \lambda x^2) + c(u + cu^2) - \frac{1}{2}d(x^*)d(u^*)(x + \lambda x^2)(u + cu^2) + \frac{1}{2} = (\lambda x - cu)^2 \in B \quad \text{dir. Bu yüzden } (\lambda x - cu) \in W \text{ 'dir.}$$

$$c(u + cu^2) = (\lambda x - cu)^2 + \lambda(x + \lambda x^2) - f'(x)(\lambda x - cu) \quad (0.8)$$

ve (1.8) in sağ tarafındaki her terim $[H]$ nin elemanı olduğundan

$$u + cu^2 \in [H] \quad (0.9)$$

olur. Dolayısıyla (1.6),(1.8) ve (1.9) dan

$$B \cap (M + S^2(M)) \subseteq [H] \subseteq S(\langle x, y_1, y_2, \dots, y_k \rangle) \quad (0.10)$$

sonucunu elde ederiz.

$q \geq 4$ ve tümevarım yardımıyla $B \cap \left(\sum_{i=0}^{q-2} S^i(M) \right) \subseteq [H]$ olduğunu kabul edelim. $y_{k+1} = x$ olmak üzere

$y_1, y_2, \dots, y_n \in M$ olsun. O zaman; $G_{q,n}, q$ uzunluğundaki tüm azalmayan dizilerin kümesi olmak üzere,

$\alpha \in R$ için $z_q = \sum_{\alpha \in G_{q,n}} a_\alpha y_{\alpha_1} \dots y_{\alpha_q}$ dir. Kabul edelim ki, $G_1 = \{ \alpha \in G_{q,n} : a_\alpha \neq 0 \}$ olsun.

Yardımcı Teorem 4 ve (1.10) dan dolayı her $\alpha \in G_1$ için $\alpha_q \leq k+1$ elde edilir. Buradan, her $\alpha \in G_1, \alpha_{j_\alpha} \leq k$ için

$$y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_q} = y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_{j_\alpha}} y_{k+1}^{q-j_\alpha}$$

bulunur. Eğer j_α çift ise,

$$J_\alpha = (f(x))^{(q-j_\alpha)/2} y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_{j_\alpha}}$$

dir. Eğer j_α tek ise

$$J_\alpha = (f(x))^{(q-j_\alpha-1)/2} y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_{j_\alpha}} f'(x)$$

dir. Dolayısıyla her $\alpha \in G_1$ için $J_\alpha \in [H] \subseteq B$ ve bir $c_\alpha \in R$ için,

$$c_\alpha J_\alpha - a_\alpha y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_q} \in \sum_{i=0}^{q-i} S^i(M)$$

dir. Dolayısıyla

$$z - \sum_{\alpha \in G_1} c_\alpha J_\alpha = \sum_{i=0}^{q-1} z_i + \sum_{\alpha \in G_1} a_\alpha y_{\alpha_1} \cdots y_{\alpha_q} - \sum_{\alpha \in G_1} c_\alpha J_\alpha \in \left(\sum_{i=0}^{q-2} S^i(M) \right) \cap B$$

dir. Bundan dolayı $z - \sum_{\alpha \in G_1} c_\alpha J_\alpha \in [H]$ ve $z \in [H]$ dir.

Dolayısıyla $B = [H]$ dir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Bergman GM. Tensor algebras, Exterior algebras and Symmetric algebras, 1997; <http://math.berkeley.edu/gbergman>.
- Greub WH. Multilinear algebra, 1st edition. NY: Springer-Verlag; 1967.
- Hart R. Higher derivations and universal differentials. Journal of Algebra 1996; 184: 175-181.
- Huneke C. On the symmetric algebra of a module. Journal of Algebra 1981; 69: 113-119.

- Karakuş A. An Approximation to second exterior derivation of high order universal modules. *Algebra Letters* 2021; 1: 1-13.
- Lambek J. On the representation of modules by sheaves of factor modules. *Canadian Mathematical Bulletin* 1971; 14: 359-368.
- Nakai Y. High order derivations. *Osaka Journal of Mathematic* 1970; 7: 1-27.
- Osborn H. Modules of diferentials I. *Mathematische Annalen* 1967; 170: 221-244.
- Osborn H. Modules of diferentials II. *Mathematische Annalen* 1968;175: 146-158.
- Sharp RY. Steps in commutative algebra, 2nd edition. UK: Cambridge University Press;2000.
- Sweedler ME. Groups of simple algebras. *Publicationes Mathematicae* 1975; No:44.
- Sweedler ME., Heyneman RG. Affine hopf algebras. *Journal of Algebra* 1969; 13: 192-241.
- Vasconcelos WVA. Note on normality and the module of differantials. *Mathematische Zeitschrift* 1968; 105: 291-293.

Görgü Pb-Zn Yatağı Civarındaki Maden Atıklarının Yüze ve Yeraltı Sularına Etkisi (Malatya-Türkiye)

Muhammed Kutluhan SUROĞLU¹, Hatice KARA^{2*}, Leyla KALENDER³

¹MASKİ Genel Müdürlüğü, 4400, Malatya, Türkiye

^{2,3}Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5349-6666>

²<https://orcid.org/0000-0003-3441-9865>

³<https://orcid.org/0000-0001-6078-428X>

*Sorumlu yazar: haticekara@firat.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 19.03.2021

Kabul tarihi: 23.06.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Malatya

Pb-Zn yatakları

Su kimyası

Bu çalışma ile Görgü (Malatya) Pb-Zn yatağı çevresinde yer alan yüze ve yer altı sularının element derişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Önceki çalışmalarda yatak civarında toprak, pasa ve bitki jeokimya çalışmaları yapılmış olup, cevherleşmelerin etkileri araştırılmıştır. Ancak yüze ve yeraltı suları çalışılmamıştır. Bu çalışma ile aynı bölgeden alınan farklı suların kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenmiş ve cevherleşme etkileri araştırılmıştır. Yedi farklı noktadan alınan su örnekleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY) açısından değerlendirildiğinde; Elemendik Gölet suyu ve Pb-Zn yatağının 500 m altı keson kuyu suyunun, Toplam Koliform bakteri içeriğinin hayvansal atıklar nedeniyle yüksek olduğu belirlenmiştir. Keson kuyu örneğinin, Fe ve Cu içeriklerinin, karşılaştırılan standarda göre iki kat daha fazla, iletkenlik ve bulanıklık değerleri ise 602µS/cm ve 1,91 NTU ile ölçülen en yüksek değerler olduğu belirlenmiştir. Yüksek element derişimine sahip toprak ve pasa örneklerinin, aynı örnek noktalarından alınan su örneklerini etkilediği düşünülmektedir. Su örnekleri içerisindeki yüksek metal içeriğinin, Pb-Zn yatağı ve onun pasalarının ayrışması sonucu, kolay çözülebilen iyonların sular içerisine taşındığı ve anyonik kompleks ve birçok iyonik bileşikler oluşturarak zenginleşmiş olabileceği düşünülmektedir.

The Effect of Mining Wastes on Surface and Groundwaters around Görgü Pb-Zn Deposits (Malatya-Turkey)

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 19.03.2021

Accepted: 23.06.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Malatya

Pb-Zn deposits

Water chemistry

In this study includes determination of the element concentrations in the surface and groundwater around of the Pb-Zn deposit in Görgü (Malatya). In previous studies, soil, mine wastes and plant geochemistry studies were conducted in the vicinity of the mine deposit and the effects of mineralizations were investigated on them. However, surface and groundwater were not studied. In this study, chemical and physical properties of different source of waters from the same region were investigated and the effects of mineralization were investigated. When the water samples taken from seven different points are evaluated in terms of the Regulation on the Water for Human Consumption (ITASHY); It was determined that total coliform bacteria content of Elemendik Pond water and sub-caisson well water 500m far from Pb-Zn deposition is high due to animal wastes. High Fe and Cu contents were determined within the caisson well water sample. The highest values are increase more than two folds compared to the standard values, and its conductivity and turbidity values are 602µS/cm and 1.9 NTU. The conductivity and turbidity values are the highest of the values measured at the cassion well site. Soil and mine waste samples with high element concentration are thought to affect water samples taken from the same sample sites. It is considered that the easily soluble

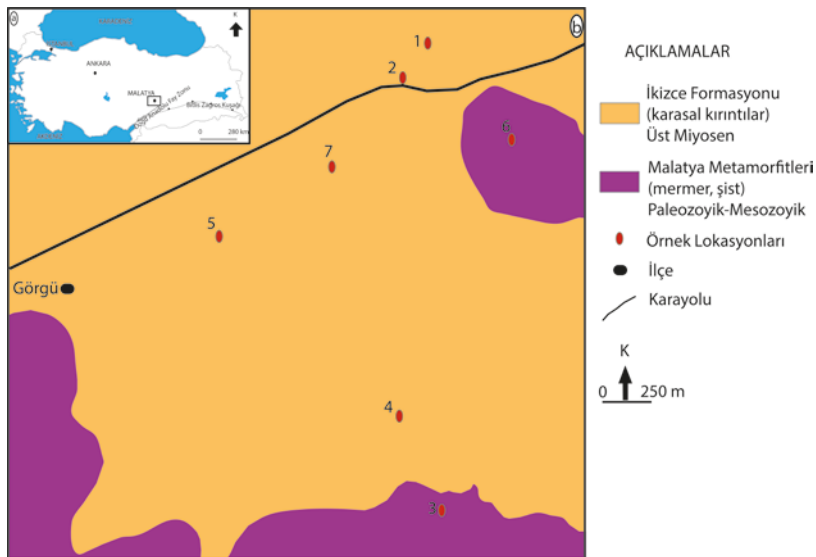
ions are transported to aqueous due to the weathered of the Pb-Zn deposit and its wastes, and formed anionic complexes and a number of ionic components in aqueous solutions.

To Cite: Suroğlu MK., Kara H., Kalender L. G6rg6 Pb-Zn Yatağı Civarındaki Maden Atklarının Y6zey ve Yeraltı Sularına Etkisi (Malatya-T6rkiye). Osmaniye Korkut Ata 6niversitesi Fen Bilimleri Enstit6s6 Dergisi 2021; 4(3): 283-303.

Giriş

Çalışmanın konusunu G6rg6 Pb-Zn yatağındaki madencilik faaliyetlerinden kaynaklı pasaların yer altı ve y6zey suları 6zerine etkileri oluşturmaktadır. Çalışma alanı, Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesine bağlı G6rg6 k6y6n6n 9 km g6neydoğusunda ve 1/25000 6lçekli Malatya L40- a4 paftasında yer almaktadır (şekil 1). Çalışma alanında, toprak 6rnekleri 6zerine etkileri araştırılmış ve topraktaki Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin doğal ayrışma nedeniyle pasalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kalender ve ark., 2009). Gerek y6zey ve gerekse yer altı suları pasaların ve maden yataklarının ayrışmasında 6nemli bir fakt6rd6r. Kullanım açısından sadece insanlar için değil ekosistemi oluşturan t6m bitki ve hayvanlar için yaşamın temel unsurlarından biri olup sosyal ve ekonomik değerli olan doğal bir kaynaktır. Su kaynaklarının doğal yoldan (jeojenik) ve insan kaynaklı (antropojenik) olarak kirlenmesi direkt ve indirekt olarak canlı yaşamını etkilemektedir (Varoş ve şekerci, 2018; G6nhan, 2014).

Çalışma alanının yakın çevresinde yer alan k6ylerde, yer altı ve y6zey suları içme ve tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır. G6rg6 Pb-Zn yatağı T6rkiye'nin 6nemli ve tarihi bir maden yatağıdır. Bu yatak 1964'lerden beri işletilmekte ve flatasyonla zenginleştirme yapılmaktadır. Bilindiği gibi, sular y6zeye çıktığı yerlerde ve buldukları akiferlerde, toprak içerisinde bulunan elementleri b6nyelerine alıp uzun s6re taşıyabilir veya uygun fiziksel koşullarda 6kelebilmelerine olanak sağlarlar. Bu nedenle, bu çalışmada, G6rg6 Pb-Zn yatağı ve çevresinden su 6rnekleri alınarak, bu iyonların konsantrasyonları incelenerek, su-cevherleşme ve çevresel etkiler arasındaki jeokimyasal ilişkiler değerlendirilerek, hem G6rg6 Pb-Zn cevherleşmesi yakınında ve hem de bu cevherleşme civarında ve uzak alanlarda su 6rneklerinin element derişimi belirlenerek, elde edilecek bulguların maden yatağından kuzeye doğru ve yatak çevresinde bulunan y6zey ve yer altı suları içerisinde iyon dağılımları ve standart değerler ile karşılaştırılarak element derişimlerin çevresel etkileri ortaya çıkarılacaktır.



şekil 1. Çalışma alanının a) yer bulduru, b) su 6rnek lokasyonu ve jeoloji haritası (MTA, 1987)

Materyal ve Metot

İnceleme alanı içerisinde 6 km² lik alanda tespit edilen gölet, keson kuyu ve sondajlar olmak üzere 7 noktadan su numuneleri 7 adet nitrik asitli ve 7 adet de yalnızca su numunesi olmak üzere 14 adet steril kap içerisine alınmış örnekler (G1-G5) ile Cafana/Görgü istasyonu (G6) ve Yılanlı mevki (G7) sondaj kuyu örnekleri alınmış ve MASKİ analiz laboratuvarlarında kimyasal, fiziksel ve biyolojik analizleri yapılmıştır. Su örneklerinde, elektriksel iletkenlik, pH değerleri Thermo Orion Versa Star Pro Benchtop Multiparameter Meter marka multimetre cihazı ile ölçülürken, bulanıklık ölçümleri otomatik 1-3 noktalı kalibrasyon imkanına ve kalibrasyon aralığı izleme özelliğine sahip neflometrik ölçümler yapabilen WTW Turb 550 Türbidimetre cihazı, serbest klor ise Orbeco Hellige marka Komparatör ile yapılmıştır. Kuyudan alınan su numunelerinin laboratuvar ortamına getirilmesi esnasında soğuk zincir uygulamasına dikkat edilmiş olup su örnekleri kimyasal analizler bitinceye kadar +4°C sıcaklıktaki soğutucuda saklanmıştır. Kimyasal parametrelerden magnezyum ve kalsiyum (İyon Kromatografisi Dionex 5000), toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat miktarı titrimetrik yöntemlerle belirlenirken, nitrit,- nitrat (İyon Kromatografisi Dionex 5000) amonyak, fosfor, bakır, çinko, kobalt, nikel, florür, alüminyum, potasyum, demir, manganez, silisyum, molibden, analizleri ICP OES Perkinelmer Optima 2100 DV cihazında Thermo Scientific Orion hazır su analiz kitleri kullanılarak yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için içme sularının fekal koliform oluşturup oluşturmadığına aynı gün içerisinde laboratuvar ortamında hızlı bir şekilde kontrol edilmiştir. Analizlerde Sartorius marka membran filtre düzeneği ve besi yerleri (TS EN ISO 9308-1) kullanılmıştır. Su numunesinin 100 ml'si membran filtreden geçirilip sonrasında membran filtre seçici bir besi yerine konulmuş, inceleme yapılan bakteri türüne göre 36±2°C ve 44±1°C sıcaklıkta 21±3 saat ve 44±4 saat inkübe edilerek tipik koloniler sayılmıştır.

Jeolojik Konum

Bölgede temelde kireçtaşı ve mermerlerden oluşan Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfileri (Önal ve ark., 1990; Cengiz ve ark., 1999) yer almaktadır. Bunlar şistlerle ara katkılı olarak bulunmaktadır (Önal ve ark., 1990; Sağıroğlu, 1988; Gözübol ve Önal, 1986). İnceleme alanında geniş bir yayılım gösteren oldukça kırıklı, kıvrımlı ve kendi içerisinde ekaylı bir yapıya sahip Malatya Metamorfileri'nin tabanından tavanına kadar düzenli bir istif tespit edilememiştir (Güdücü, 1994). Sağıroğlu (1988), inceleme alanında metamorfizma izine rastlamadığını ancak bölgedeki kayaçları önceki araştırmacılar gibi Malatya Metamorfileri adı altında topladığını belirtmiştir. Malatya Metamorfileri andezitik volkanik kayaçlarla kesilen volkano-sedimanter birim tarafından üzerlenir (Önal ve ark., 1990; Cengiz ve ark., 1999). Çalışma alanında yer alan volkanitler işletme yakınında dar bir alanda yüzlek vermektedir (Sağıroğlu, 1988). Açık işletme ile desandre arasında yüzeyleme gösteren yaklaşık K 300 B doğrultusunda ve 10-15 m genişliğinde bir alanda yüzeylenmektedir. Tamamen cevherleşmiş ve altere olmuş şekilde bulunduğundan arazide kumlu kireçtaşı veya cevherleşmiş sleyt ile karıştırılmaktadır. Volkanik kayaçlar morumsu gri renkleri ve konsantrik alterasyon zonları veya sarımsı krem renkleri ve mangan dentritikleri ile diğer birimlerden ayrılabilir. Bazı yerlerde gaz boşluğuna benzer 1-2 mm çapında küresel boşluklar da içermektedirler.

Arazideki yayılımı fay zonlarına yerleşmiş olarak gözlenir. Bu yerleşme cevherleşmeden önce olması gerekir. Çünkü fay zonu ve volkanikler daha sonra tamamen cevherleşmiş ve altere olmuştur (Sağiroğlu, 1988). İnceleme alanının Kuzey bölümünde geniş bir alanda, yer yer yamaç alüvyon, molozları ve toprak örtüsünden oluşan birim bulunmaktadır. İnceleme alanında kuzeye doğru gittikçe toprak örtüsünün kalınlığı artmaktadır. Cevherleşmeler Malatya Metamorfileri'ni kesen fay zonları içerisinde yer almaktadır.

Bulgular

İnceleme alanındaki G1 nolu (Elemendik Gölü) örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak iyon ve anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 371,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 8, bulanıklık 0,85 NTU olarak ölçülmüştür. Söz konusu göl suyunun sertlik derecesi 20,1 Fs° olarak ölçülmüştür. Biyolojik veriler, E. Coli içeriğinin 13 KOB/100mL, toplam koliform bakteri oranının ise > 100 KOB/100 ml olduğunu göstermektedir (Tablo 1).

G2 (Dolum tesisi sondaj kuyusu) nolu örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak iyon ve anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 435,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 7,5, bulanıklık 0,56 NTU olarak ölçülmüştür. Alkalinite 185mg/L ve sertlik 23 Fs° (CaCO_3) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, E. Coli toplam koliform bakteri oranı saptanmamıştır (Tablo 2).

G3 (Köy evi sondaj kuyusu) nolu örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak Al 202 $\mu\text{g}/\text{L}$ > 200 $\mu\text{g}/\text{L}$, Fe 120 $\mu\text{g}/\text{L}$, Cu 21 mg/L > 2 mg/L , olduğu anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı ancak Nitrat (NO_3) değerinin 26 mg/L ile normal değer olan 50 mg/L 'ye diğer örneğe göre daha yakın olduğu görülmektedir. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 451 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 7,5, bulanıklık 2,5 NTU>1 olarak ölçülmüştür. Alkalinite 155mg/L ve sertlik 20,5 Fs° (CaCO_3) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform bakteri oranı 1 KOB/100 mL olarak saptanmıştır (Tablo 3).

G4 (Maden yatağı yüzey suyu) nolu örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak Al 169 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~ 200 $\mu\text{g}/\text{L}$, Fe 56 $\mu\text{g}/\text{L}$, Cu 17 mg/L > 2 mg/L , olduğu anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 442 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 7,8, bulanıklık 1,44 NTU>1 olarak ölçülmüştür. Alkalinite 155 mg/L ve sertlik 20,5 Fs° (CaCO_3) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform bakteri oranı 33 KOB/100 mL olarak saptanmıştır (Tablo 4).

G5 (Maden yatağı 500 m altı keson kuyu) nolu örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak Al 140 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~ 200 $\mu\text{g}/\text{L}$, Fe 435 $\mu\text{g}/\text{L}$ > 200 $\mu\text{g}/\text{L}$, Cu 22 mg/L > 2 mg/L F 1, 24 mg/L ~ 1,5 mg/L , olduğu belirlenmiştir. Bu örnekte Fe, Cu, B ve F içeriği diğer örneklere göre daha yüksektir. Standart değerler ile karşılaştırıldığında ise Fe ve Cu değerlerinin iki kattan fazla arttığı görülmektedir. Anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 602 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 7,8, bulanıklık 1,91 NTU>1 olarak ölçülmüştür.

Tablo 1. G1 (Elemendik Göleti) kodlu kuyu suyu örneğine ait kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	131	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,024	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,018	2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,033	1
Bromür (Br-)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,016	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	0,85	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	348	-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,09	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,038	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	371,1	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	59,92	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	2,629	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	<0.02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	12,21	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	7,246	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,017	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	8,000	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	1,014	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	2,831	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	13,61	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	119,9	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	20,0675	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	13	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	>100	0

Tablo 2. G2 (sondaj kuyu suyu dolum tesisi) örneği kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	84	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,007	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,019	2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,031	1
Bromür (Br ⁻)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,029	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	0,56	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	579	-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,115	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,001	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	435,5	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	71,02	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	4,685	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	<0,02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	12,76	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	18,4	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,002	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,540	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	1,06	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	5,338	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	20,4	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	184,58	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	23,0717	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0

Tablo 3. G3 (Köy evi sondaj kuyu suyu) örneği kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	202	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	-	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	21	2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,046	1
Bromür (Br ⁻)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,136	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	2,57	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	234,1	-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	120	200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,178	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	<0,001	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	450,9	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	66,51	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	13,89	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	<0,02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	9,347	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	3	50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	25,91	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,017	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,580	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,677	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	15,61	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	13,42	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	155,455	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	20,5221	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	1	0

Tablo 4. G4 (Pb/Zn maden yatağı yzzey suyu) rneği kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	169	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,1	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	17	2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,021	1
Bromür (Br ⁻)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,02	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	1,44	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	456	-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	56	200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,142	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	<0,001	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	441,9	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	59,65	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	1,988	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	17	10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	<0,02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	22,5	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	9	50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	15,59	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,002	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,840	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,493	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	1,872	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	42,13	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	132,042	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	24,2875	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	33	0

Tablo 5. G5 (ana yatak 500 m altı keson kuyu) kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	140	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,029	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	22	2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L	0,094	1
Bromür (Br)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,044	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	1,91	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	357	-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	435	200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	1,239	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	<0,001	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	602	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	69,42	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	4,409	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,055	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	34,37	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	12,77	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,007	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,790	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,675	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	19,95	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	37,72	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	214,119	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	0	50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	31,6758	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	>100	0

Tablo 6. G6 kodlu Cafana (Görgü) istasyonu kuyu suyu örneğine ait kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	< 0.01	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L		2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L		1
Bromür (Br ⁻)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,044	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	0,13	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,047	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	< 0.001	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	396,4	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	60,24	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	1,762	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	< 0.02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	13,09	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	1,971	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,006	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,810	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	13,09	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	2,203	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	19,72	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	178,04	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	20,5142	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0

Tablo 7. G7 kodlu Yılanlı Mevkii kuyu suyu örneğine ait kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz sonuçları

Parametreler	Metod	Birim	Deney Sonucu	İTASHY
Alüminyum (Al)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L	-	200
Amonyum (NH ₄)	TS ISO EN 14911	mg/L	<0,01	0,5
Bakır (Cu)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L		2
Bor (B)	TS EN ISO 11885:2013	mg/L		1
Bromür (Br ⁻)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,017	-
Bulanıklık	SM 2130 B	NTU	21,9	1
Çinko (Zn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
Demir (Fe)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		200
Florür (F)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,105	1,5
Fosfat (PO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,023	-
Gümüş (Ag)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
İletkenlik	SM 2510 B	µS/cm	403,4	2500
Kadmiyum (Cd)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		5
Kalsiyum (Ca ⁺²)	TS ISO EN 14911	mg/L	55,02	-
Klorür (Cl)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	2,859	250
Kobalt (Co)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		-
Kurşun (Pb)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		10
Lityum (Li)	TS ISO EN 14911	mg/L	< 0.02	-
Magnezyum (Mg)	TS ISO EN 14911	mg/L	15,22	-
Mangan (Mn)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		50
Nikel (Ni)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		20
Nitrat (NO ₃)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	7,425	50
Nitrit (NO ₂)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	0,002	0,5
pH	SM 4500 H+ B	-	7,550	6,5-9,5
Potasyum (K)	TS ISO EN 14911	mg/L	0,852	-
Sodyum (Na)	TS ISO EN 14911	mg/L	6,295	200
Sülfat (SO ₄)	TS EN ISO 10304-1	mg/L	14,7	250
Toplam Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	148,76	-
Toplam Krom (T-Cr)	TS EN ISO 11885:2013	µg/L		50
Toplam Sertlik (CaCO ₃)	SM 2340 B	Fs°	20,0967	-
E-Koli	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0
Toplam Koliform Bakteri	TS EN ISO 9308-1	KOB/100mL	0	0

Tablo 8. Çalışma alanından alınan örneklere ait analiz sonuçları. Kimyasal analiz sonuçları: mg/L; İletkenlik $\mu\text{S}/\text{cm}$; Toplam sertlik Fs° ; Bulanıklık NTU; Toplam koliform bakteri KOB/100mL.

	G1 (Gölet)	G2 (Kuyu)	G3 (Kuyu)	G4 (Pb Kaynak)	G5 (Kuyu)	G6 (İstasyon)	G7 (Kuyu)	Pasa (mg/Kg)	Toprak (mg/Kg) Yakın	Toprak (Mg/Kg) Uzak
Alüminyum (Al)	0,131	0,084	0,202	0,169	0,14	0	0	0	18000	
Bakır (Cu)	0,018	0,019	21	17	22	0	0	20	32,5	30,6
Bor (B)	0,033	0,031	0,046	0,021	0,094	0	0			
Bromür (Br-)	0,016	0,029	0,136	0,02	0,044	0,044	0,017			
Çinko (Zn)	0,348	0,579	0,234	0,456	0,357	0	0	6199	3407	407,9
Demir (Fe)	0	0	0,12	0,056	0,435	0	0		47000	34900
Florür (F)	0,09	0,115	0,178	0,142	1,239	0,047	0,105			
Fosfat (PO_4)	0,038	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,023		0,1	0,12
Kalsiyum (Ca^{+2})	59,92	71,02	66,51	59,65	69,42	60,24	55,02		59000	63000
Klorür (Cl)	2,629	4,685	13,89	1,988	4,409	1,762	2,859			
Kurşun (Pb)	0	0	0	0,017	0			10000	4131	279
Lityum (Li)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,055	<0,02	<0,02	5,34	9,6	16,07
Magnezyum (Mg)	12,21	12,76	9,347	22,5	34,37	13,09	15,22		12000	
Mangan (Mn)	0	0	0,003	0,009	0	0	0	761	1724	933,1
Potasyum (K)	1,014	1,06	0,677	0,493	0,675	13,09	0,852		2700	4000
Sodyum (Na)	2,831	5,338	15,61	1,872	19,95	2,203	6,295		1000	1000
Sülfat (SO_4)	13,61	20,4	13,42	42,13	37,72	19,72	14,7		5700	900
Amonyum (NH_4)	0,024	0,007	0	0,1	0,029	0,01	0,01			
Nitrat (NO_3)	7,246	18,4	25,91	15,59	12,77	1,971	7,425			
Nitrit (NO_2)	0,017	0,002	0,017	0,002	0,007	0,006	0,002			
Bulanıklık	0,85	0,56	2,57	1,44	1,91	0,13	21,9			
Toplam Alkalinite	119,9	184,58	155,455	132,042	214,119	178,04	148,76			
İletkenlik	371,1	435,5	450,9	441,9	602	396,4	403,4			
pH	8	7,54	7,58	7,84	7,79	7,81	7,55			
Toplam Sertlik (CaCO_3)	20,0675	23,0717	20,5221	24,2875	31,6758	20,5142	20,0967			
E-Koli	13	0	0	0	0		0			
Top. Koliform Bakteri	>100	0	1	33	>100		0			

Tablo 9. Cevherleşme alanı yakın çevresinde alınan toprak örnekleri ile ilgili bazı istatistiksel veriler (Ag, Au ve Hg ppb; Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Ti %; diğerleri ppm) (Kırat, 2017)

Element	Min	Max	A. Ort	Medyan	S.Sapma	Element	Min	Max	AOrt	Medyan	S.Sapma
Ag	22064	64	4193	2474	4607	Mn	7231	618	1724	1502	1025
Al	2,9	0,4	1,8	2	0,6	Mo	130	0,56	7,7	2,2	19,5
As	65,2	5,4	19,9	12,4	14,6	Na	0,001	0,02	0,01	0,004	0,002
Au	2,5	0,2	1,1	1,1	0,5	Nb	0,84	0,04	0,28	0,26	0,17
Ba	2072	56,7	874	817	497	Ni	104	28	74	77	17,5
Be	1,9	0,3	0,9	1,0	0,3	P	0,26	0,04	0,1	0,08	0,05
Bi	0,23	0,05	0,15	0,16	0,04	Pb	8852	170	4131	4160	2742
Ca	19,2	1	5,9	4,3	4,3	Rb	19,9	5,1	10,9	10,3	3,7
Cd	571	1	111	83	137	S	2,4	0,02	0,19	0,07	0,37
Ce	56,9	15,1	34,6	33,3	9,5	Sb	1,35	0,11	0,48	0,42	0,31
Co	57	12	26	26	6	Sc	8	3,3	6,06	6,1	1,05
Cr	79	21	56	61	17,6	Se	9,8	0,3	2	1,3	2,22
Cs	3,8	0,4	0,9	0,7	0,5	Sn	1,5	0,4	0,7	0,7	0,18
Cu	41,8	21,4	32,5	32,9	4,7	Sr	108	23	53	52	19
Fe	8,6	2,4	4,7	4,8	1,2	Te	0,11	0,02	0,04	0,03	0,02
Ga	7,9	1,3	5,0	5,6	1,7	Th	5	1,9	3,16	3,2	0,69
Hg*	197	17	50	39	32,1	Ti%	0,03	0,002	0,01	0,01	0,01
Hf	0,14	0,02	0,08	0,08	0,03	Tl	13,9	0,12	2,96	1,79	3,36
In	0,10	0,02	0,04	0,04	0,01	U	2,1	0,3	0,78	0,65	0,4
K	0,48	0,12	0,27	0,27	0,08	V	126	18	65	63,5	16,4
La	32,6	7,5	15,8	14,8	5,4	Y	68	10,5	19,4	18,7	7,9
Li	17,8	1,1	9,6	11,0	4,7	Zn	9956	174	3407	2264	2937
Mg	4,9	0,3	1,2	0,8	1	Zr	5	1,1	3,14	3,1	0,99

Alkalinite 214 mg/L ve sertlik 31,67 Fs° (CaCO₃) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform bakteri oranı > 100 KOB/100 mL olarak saptanmıştır (Tablo 5).

G6 (Cafana /Görgü İstasyonu) nolu örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak yapılan iyon analizlerinin standart değerlerin altında olduğu görülmektedir. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 396,4 µS/cm, pH= 7,8, bulanıklık 0,13 NTU<1 olarak ölçülmüştür. Alkalinite 178 mg/L ve sertlik 20,51 Fs° (CaCO₃) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform bakteri oranı saptanmamıştır (Tablo 6). G7 nolu (Yılanlı mevkii kuyu suyu örneği) örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak yapılan iyon analizlerinin standart

değerlerin altında olduğu görülmektedir. Fiziksel olarak elektriksel iletkenliğin 403 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH= 7,5, bulanıklık 21,9 NTU>1 olarak ölçülmüştür. Alkalinite 148mg/L ve sertlik 20,04 Fs° (CaCO₃) olarak belirlenmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform bakteri oranı saptanmamıştır (Tablo 7).

Tartışma

İnceleme alanından alınan su örnekleri Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de ise daha önce yapılan Görgü Pb-Zn yatağı civarında yapılan pasa ve toprak (cevherleşmeye yakın ve uzak alanlarda bulunan) örnekleri kimyasal analiz sonuçları verilmiştir (1-10). Su örneklerinde yapılan metal analizleri (Al, Cu, Zn, Fe, P, Ca, Pb, Li, Mn, Mg, K ve Na) pasa ve Pb-Zn yatağına yakın ve uzak alanlardan alınan toprak örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Tablo 9 ve Tablo 10’da karşılaştırılan değerler koyu (bold) olarak işaretlenmiştir.

Tablo 10. Cevherleşmenin uzak noktalarından alınan toprak örneklerine ait bazı istatistiksel veriler (Ag, Au ve Hg ppb; Ca, Fe, K, Na, P, S %; diğerleri ppm) (Kırat, 2017)

Element	Min	Max	A. Ort	Medyan	S.Sapma	Element	Min	Max	A. Ort	Medyan	S.Sapma
Ag	21	2508	124,5	59	340,4	Na	0,002	0,01	0,01	0,01	0,002
As	5,60	21,90	10,10	8,65	3,66	Nb	0,13	0,90	0,38	0,35	0,16
Au	0,20	5,40	1,79	1,50	0,98	Ni	52,60	143,40	99	100,25	20,33
Be	0,60	1,80	1,19	1,20	0,30	P	0,03	0,17	0,06	0,05	0,03
Bi	0,12	0,33	0,22	0,22	0,05	Pb	24,9	7081,7	279,0	63,7	981,3
Ca	0,87	23,47	6,30	4,42	5,50	Rb	7,6	34,3	20,9	20,8	6,2
Cd	0,34	53,88	2,22	0,68	7,35	S	0,02	0,07	0,03	0,02	0,01
Ce	21,2	77,4	44,8	43,8	12,8	Sb	0,02	1,29	0,29	0,18	0,27
Co	12,7	35,9	22,4	23,2	4,6	Sc	3,60	8,80	6,25	6,35	1,34
Cs	0,50	1,77	1,07	1,06	0,35	Se	0,10	0,70	0,36	0,40	0,14
Cu	17,8	54,9	30,6	30,2	6,8	Sn	0,40	1,50	0,96	1,00	0,27
Fe	2,10	5,76	3,49	3,54	0,73	Sr	20,4	234,9	60,4	47,0	42,6
Ga	4,30	11,20	7,46	7,30	1,63	Te	0,02	0,07	0,03	0,03	0,01
Hf	0,04	0,26	0,15	0,15	0,05	Th	2	7,40	4,54	4,60	1,52
Hg	7	33	18,89	19	5,34	Tl	0,08	1,74	0,22	0,19	0,22
In	0,02	0,05	0,03	0,03	0,01	U	0,20	1	0,42	0,40	0,14
K	0,14	0,67	0,40	0,40	0,11	V	35	84	58,45	58,50	11,61
Li	9,50	23,20	16,07	16,05	3,41	Y	8,96	24,13	15,55	15,57	3,49
Mn	468	1634	933,1	916	268,2	Zn	58,3	9094,9	407,9	124,6	1303,8
Mo	0,41	3,51	0,98	0,76	0,59	Zr	2,40	10,40	6,43	6,25	2,18

Şekil 2a ve 2b’de farklı kaynaklardan alınan su örnekleri ile aynı bölgeden alınan ve önceki çalışmalardan (Kalender ve ark., 2009; Kırat, 2009; Kırat, 2017) elde edilen pasa ve toprak örnekleri ile karşılaştırılması görülmektedir. Şekil 2a’da normal dağılım grafiği verilmiştir. Ancak su içerisindeki element konsantrasyon değerleri toprak ve pasa örneklerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Şekil 2’de, maden yatağına yakın ve uzak toprak örneklerinde; Fe, Ca, K,’un birlikte arttığını, pasa ve yatağına yakın toprak örneklerinde Pb-Zn’nun % 10’un altında fakat eşit oranda arttığını göstermektedir.

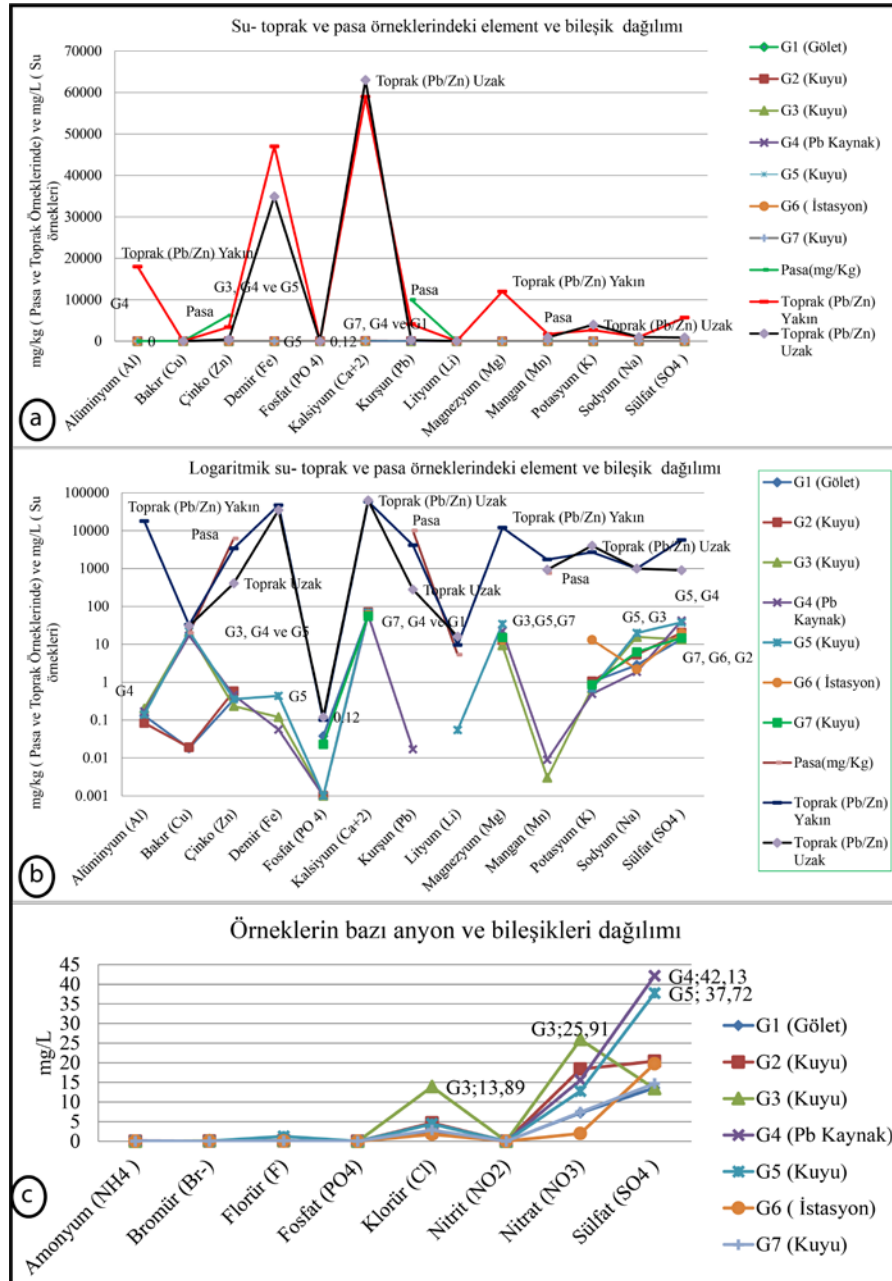
Al ve Mg’un maden yatağına yakın topraklarda diğer örneklere göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yatak çevresinde altere magmatik kütlelen kaynaklanmış olmalıdır. Zira bu alterasyon ürünleri Mg ve Al’ca zengin kil mineralleri şeklinde görülmektedir. Çanakkale civarında yapılan çalışmalarda Pb-Zn yatakları çevresinde kalk-silika alterasyonların cevherleşmeye yakın yerlerde klorit, epidot ve karbonat ve kil minerallerine dönüştüğü belirtilmektedir (Demirela ve ark., 2014). Cevherleşmeden uzak topraklarda Ca’un, cevherleşmeye yakın topraklara göre daha fazla olması Malatya Metamorfileri’nin meta-karbonatlarının toprak bileşimlerinde, ayrışma etkisinin fazla olmasını işaret etmektedir. Pb-Zn yatağına yakın toprak örneklerinde, yüksek sülfat içeriği görülmektedir. Pasalarda direk sülfat analizi yapılmamış ancak yüksek Pb-Zn değerleri pasalarda yatağına yakın toprak örneklerinden daha yüksek değerlerde sülfürün varlığına işaret etmektedir. Şekil 2b’de çalışma alanından alınan su, maden yatağına yakın ve uzak toprak ve pasa örneklerine ait logaritmik dağılım grafiği görülmektedir.

Tablo 11. Pasaların metal içeriği.* ppb değerleri ppm (Kalender ve ark., 2009)

Örnek	Ag*	Au*	As	Pb	Zn	Ba	Mn	Mo	Ni	Cd	Rb	Sb	Co	Cr	Th	Cu	U
1	137	0,4	0,4	739	526	257	345	0,35	94	2,7	0,9	0,02	58	78	3,1	8	0,8
2	437	0,2	0,6	2550	2045	345	241	0,55	79	9,99	2,1	0,03	30,5	98	3,2	13	0,7
3	18333	0,2	64	10000	10000	56,3	54	32,37	7,9	170	16,2	0,81	2,8	23	3,1	26	0,6
4	1139	0,2	1,3	4707	6873	634	481	0,89	72	33	3,1	0,08	33,	81	3,2	11	0,8
5	4152	0,2	7,1	10000	10000	1697	1189	2,7	70	121	9,1	0,33	25,4	66	3	21	0,9
6	968	0,4	0,7	4199	5260	473	387	0,48	73	25	2,5	0,08	29,5	75	3	12	0,8
7	836	0,3	4,4	3618	6473	497	952	1,04	68	33	8,6	0,25	24,5	65	2,6	18	0,7
8	1623	0,2	1,1	8984	7511	697	507	0,74	62	33	3,4	0,08	26,4	73	2,8	11	0,7
9	2506	0,2	4,3	10000	10000	1175	1093	1,37	71	62,4	7,5	0,2	26,1	71	3,7	25	0,6
10	4002	0,4	20	10000	10000	169	723	15	43	117	7,2	0,63	20,4	38	3,7	36	1,2
11	1666	0,2	4,5	315	732	83	7	6,2	1,2	3	12,7	0,12	0,4	14	5,7	8	0,1
12	8735	0,2	55	10000	10000	474	3153	23	35	323	7,7	1,35	25,2	41	2,6	51	1,7

G3, G4 ve G5 (Köy evi kuyu suyu, Pb-Zn ana yataktan alınan su ve anayatak 500 m altındaki örneklerde) Al içeriği düşük iken; bu örneklerde Cu değerleri yükselirken pasa ve yatağına yakın toprak örneklerinde Cu değerlerinin düştüğü görülmektedir. Ancak aynı örneklerde, Fe içeriğinin, toprak

örneklerin de de yüksek olduğu görülmektedir. Su örneklerindeki Ca içeriğinin G1 (Elemendik Göleti), G4 (ana yatak) ve G7 (Yılanlı Mevkii) toprak örnekleri ile benzerlik gösterdiği ve arttığı görülmektedir.



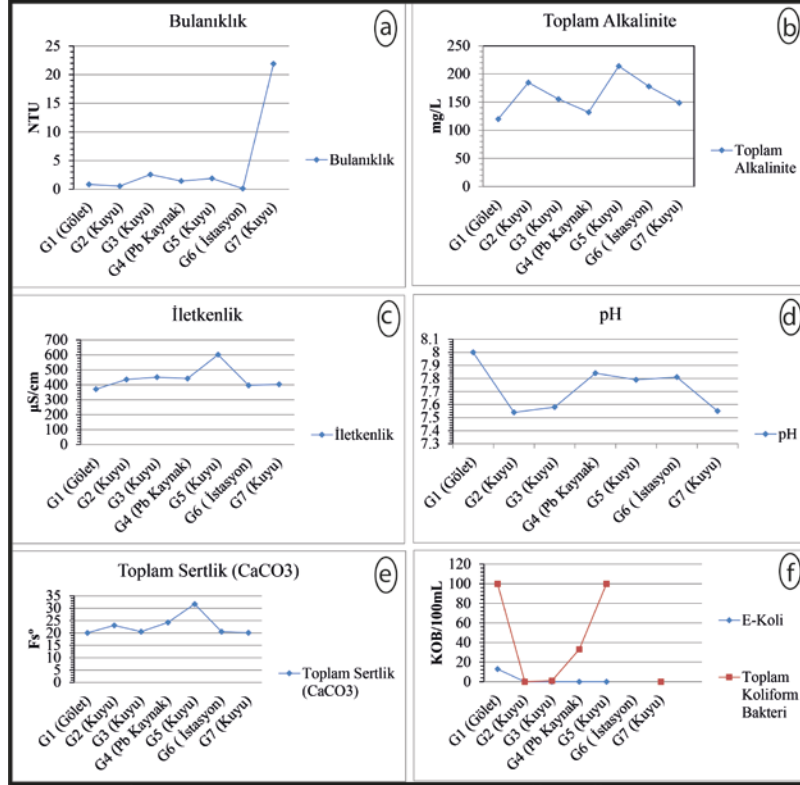
Şekil 2. a) Bazı metal ve sülfatın pasa, toprak ve su örneklerindeki normal dağılımı, b) Bazı metal ve sülfatın pasa, toprak ve su örneklerindeki logaritmik dağılımı, c) Su örneklerinin F, Cl ve anyonik kompleks dağılımı

Su örneklerinin Ca'ca zenginleşmesine karasal kırıntıların neden olduğu düşünülmektedir. Mg içeriği açısından su örnekleri değerlendirildiğinde; G3 (Köy evi sondaj kuyusu), G5 (anayatak 500 m altı keson kuyu), G6 (Görgü İstasyon) ve G7 nolu örneklerin diğer örneklere göre daha zengin olduğu görülmektedir. Ancak G6 nolu örneğin majör katyonlardan Ca, Mg ve K üçlü birlikteliği açısından diğer su örneklerine göre ayırıcı bir özelliği olmalıdır. K'ca zenginleşirken Na miktarındaki düşüş aynı zamanda dikkat çekmektedir. Sülfat içerikleri bakımından G4 ve G5 daha yüksek ancak diğer örnekler

de bu değerlere yakın dağılım sunmaktadır (Şekil 2c). G5 nolu örnekte B (bor) iyonunun 0,94 mg/L olan değeri neredeyse izin verilebilir değer olan 1'e çok yakındır. Volkanik kökenli kaynak sular diğer kaynak sulara oranla daha fazla B ve kolemanit türünden boratlar olduğu düşünülmektedir. Silikatlarla ya da O₂ ile bileşik oluşturan, bor tuzları bileşikler de bulunmaktadır. Bor bileşiklerinin; Na, Ca ve Mg ile oluşturduğu bileşikler de yaygın olarak bulunmaktadır (Helvacı, 2005; Şaylı, 2000). Toprakta çözünebilir borun önemli bir kısmı borik asit (H₃BO₃) şeklindedir. Toplam B kapsamları 20-200 ppm arasında alınabilir. B fraksiyonu ise, 0,4-5 ppm arasında bulunur (Aktaş, 1995).

Tablo 8'de sulara nitrat (NO₃) değerleri sırasıyla; G1'den G7'ye 7,2; 18,4; 25,91; 15,59; 12,77; 1,97; 7,42 mg/L olup bu değerler standart (İTASHY) arasındadır. Azot doğal sulara amonyak, nitrat ve nitrit iyonu halinde olurken, serbest atomu veya iyonları bulunmamaktadır (Güler, 1997). Şekil 2c'de en düşük nitrat değeri G6 nolu istasyonda ölçülmüştür. Bunu takiben G1 nolu gölet suyu nispeten düşük nitrat içermekte ancak en yüksek nitrat değeri köy evi sondaj kuyu suyunda görülmektedir. Aynı örneklerde Cl içeriğinin de yüksek olması; bakteriyel bulaşmanın, kanalizasyon ve hayvancılık atığı kirliliği sonucu sudaki amonyak klorla tepkimeye girerek monokloramin, dikloramin ve trikloramin yapı meydana getirmiş olabileceği ve sudaki serbest klorlardan daha kötü bir kokunun oluşması ile sonuçlanabilmektedir (Gray, 2015).

Şekil 3'de incelenen suların fiziksel özelliklerinin (bulanıklık, elektriksel iletkenlik, pH, toplam sertlik), toplam alkalinite ve E-koli ve Toplam Koliform bakteri dağılımları görülmektedir. Bulanıklık dağılımı G7 (Yılanlı Mevkii) kuyu suyu örneğinde en yüksek değere ulaşmıştır. Aynı su örneğine bakıldığında Nitrat (7,4 mg/L), Na (6,2 mg/L), Mg (15,22 mg/L) ve elektriksel iletkenlik değerinin (403,4 µS/cm) olarak ölçüldüğü, söz konusu su örneğinin belirtilen özellikteki değerlerin diğer örneklerden daha zengin olduğu söylenebilir (Şekil 3a). Toplam alkalinite G2 ve G5 nolu örnekte diğerlerine göre daha yüksektir. Doğal sulara bulunan CO₃-2 ve HCO₃- iyonlarını nötralize eden H⁺ iyonları miktarına alkalinite denilmekte olup, suyun asitleri nötralize edebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Farklı iki noktadan alınan örnekler karasal kırıntılar içerisinde olup karbonatın çözünerek sulara karışımını etkileyen faktörlere bağlı olarak alkalinitenin artmış olabileceği düşünülmektedir (Şekil 3b). En yüksek elektriksel iletkenliğin (602 µS/cm), G5 nolu örnek noktasında Pb-Zn maden yatağının 500 m altında keson kuyudan alınan su örneğinde olduğu görülmektedir. Madenden kaynaklı yüksek iyon derişimine sahip yüzeysel sularının topoğrafik yapıya uygun şekilde düzlüklerde yeraltında depolanmaya bağlı olduğu düşünülmektedir (Şekil 3c). G2, G3 ve G7 nolu kuyu sularında pH değerleri düşük (7,54; 7,58; 7,55) iken yüzey suyu G1, G4 ve G5 (8; 7,84; 7,79) nolu örneklerinde daha yüksektir. G6 nolu istasyonda yüzey suyu karışımından dolayı pH değerinin (7,81) arttığı görülmektedir (Şekil 3d). Toplam sertlik en yüksek; G5 nolu keson kuyudan alınan örnekte görülmektedir. Ca'un yüzey suları ile yatağın güneyinde bulunan Malatya Metamorfileri'nden taşınmış olabileceğini düşündürmektedir (Şekil 3e). E-Koli ve Toplam Koliform bakteri içeriği açısından alınan su örnekleri incelendiğinde, G1 Göl suyu ve G5 keson kuyunun diğerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Hayvansal atıkların biyolojik kirlenme üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 3f).



Şekil 3. Su örneklerinin fiziksel ve biyolojik parametrelerinin örnek noktalarına göre dağılımı

Sonuçlar

Görgü Pb-Zn yatağı civarından alınan su örneklerinde yapılan bu çalışma ile; Elemendik Gölünden (G1) alınan örneğin analiz sonuçları, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"te (İTASHY) belirlenen standart değerler ile karşılaştırıldığında; kimyasal olarak iyon ve anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı görülmektedir.

Fiziksel olarak; elektriksel iletkenlik, pH, bulanıklık ve sertlik değerlerinin ise İTASHY standartlarında olduğu görülmektedir. Fakat pH değeri yüzey suyu karışımına istinaden diğer analiz noktalarından daha yüksek bir değer olarak tespit edilmiştir.

Biyolojik olarak ise G1 ve G5 nolu örneklerde E-Koli ve koliform bakteri oranlarının standartların üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Suda bulunan bakterilerin hayvansal atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ca'nın diğer analiz sonuçlarına göre yüksek olması bölgedeki karasal kırıntılarından kaynaklanmakta olduğunu göstermektedir.

G5 nolu maden yatağı 500 m altı keson kuyu örneğinde; Fe ve Cu içeriğinin karşılaştırılan standart değere göre yaklaşık iki kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu değerler toprak örnekleri ile uygunluk göstermektedir. Aynı örnekte; B ve F içeriklerinin diğer örneklere göre daha yüksek olması B değerlerinin neredeyse izin verilebilir sınır değerlere yakınlığı; B ve F'un Na, Mg ve Ca gibi alkali metaller ile tuz kompleksleri halinde sular içerisinde zenginleştiğine işaret etmektedir. Bu örnek noktasındaki en yüksek elektriksel iletkenliğin tespit edilmesinin ve Fe, Cu, B ve F elementlerinin yüksek değerli çıkmasının sebebi madenden kaynaklı yüksek iyon derişimine sahip yüzeysel sularının

topoğrafik yapıya uygun şekilde düşük kodlu alanlarda, yeraltında depolanmaya bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre Ca'un, cevherleşmeye yakın topraklara göre daha yüksek değerde olması Malatya Metamorfileri'nin meta-karbonatlarının ayrışarak toprağa karışma etkisinin fazla olmasını işaret etmektedir.

İnceleme alanında bulunan Köy evi sondaj kuyusu (G3) örneğinin analiz sonuçları da İTASHY değerleri ile karşılaştırıldığında; Kimyasal olarak Al'nin standart değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yatak çevresinde altere magmatik kütlede kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Aynı örnekte; anyonik kompleksler standart değerlerin altında kalmaktadır. Fiziksel olarak; elektriksel iletkenlik, Ph, bulanıklık ve sertlik değerlerinin ise İTASHY standartlarında olduğu görülmektedir. Biyolojik analiz sonuçlarına göre nitrat değerlerindeki artışın kaynağının hayvansal atıklar olduğu düşünülmektedir.

Maden yatağı yüzey suyu (G4) nolu örneğin analiz sonuçları, İTASHY değerleri ile karşılaştırıldığında; kimyasal olarak anyonik komplekslerin standart değerlerin altında kaldığı ve diğer örnek noktalarına göre Al, Zn, Fe, Pb elementlerinin değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Al ve Mg'un maden yatağına yakın topraklarda diğer örneklere göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum da yatak çevresinde altere magmatik kütlede kaynaklanmış olmalıdır.

Fiziksel olarak; elektriksel iletkenlik, pH, bulanıklık ve sertlik değerlerinin ise İTASHY standartlarında olduğu görülmektedir. pH değeri yüzey suyu karışımına istinaden diğer analiz noktalarından daha yüksek bir değer olarak tespit edilmiştir. Biyolojik veriler, toplam koliform oranının standartlardan yüksek olduğundan dolayı yine burada hayvansal atıklardan kaynaklı bir kirlenmeden bahsedilebilir. Ca'nın yüksek olması durumu ise Yeşilyurt Grubunun karasal kırıntılarından kaynaklanmaktadır.

Cafana/Görgü İstasyonu (G6) nolu örneğin analiz sonuçları, İTASHY değerleri ile karşılaştırıldığında; kimyasal olarak yapılan iyon analizlerinin standart değerlerin altında olduğu görülmektedir. Fiziksel olarak; elektriksel iletkenlik, pH, bulanıklık ve sertlik değerlerinin ise İTASHY standartlarında olduğu görülmektedir. Biyolojik veriler sonucunda ise toplam koliform bakteri oranı saptanmamıştır.

Yılanlı mevkii (G7) kuyu suyu örneği örneğin analiz sonuçları, İTASHY değerleri ile karşılaştırıldığında; kimyasal olarak yapılan iyon analizlerinin standart değerlerin altında olduğu görülmektedir. Fiziksel olarak; elektriksel iletkenlik, Ph, bulanıklık ve sertlik değerlerinin ise İTASHY standartlarında olduğu görülmektedir. Biyolojik veriler sonucunda toplam koliform bakteri oranı saptanmamıştır. Elemendik Göleti örneğindeki gibi bu örneğin analiz sonucunda da Ca'nın yüksek olması durumu bölgedeki karasal kırıntılarından kaynaklanmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Aktaş M. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü 1995, Ankara.
- Cengiz R., Yılmaz H., Türkyılmaz B. Malatya-Yeşilyurt-Cafana (Görgü) yakınındaki Çinkur'a Ait ÖİR:671 ve ÖİR:1714 Nolu Ruhsat Sahaları Ara Raporu. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü 1999, Ankara.
- Demirela G., Akıska S., Sayılı İS., Kuşçu İ. Çataltepe (Lapseki-Çanakkale) Pb-Zn±Cu±Ag yatağının jeolojisi ve alterasyon özellikleri. Deposit Yerbilimleri 2014; 35(2): 109-136.
- Gözübol AM., Önal M. Çat barajı isale tünelinin mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniğinin incelenmesi ve Malatya Çelikhan alanının jeolojisi. Tübitak Projesi TBAG-647 1986.
- Güdücü A. 1:100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Malatya L40 paftası. Yüksek lisans semineri (Yayınlanmamış), Fen Bilimleri Enstitüsü 1994.
- Güler Ç. Su kalitesi kitabı. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 1. Baskı, 92, 1997, Ankara.
- Günhan Ö. Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi açısından uygun bir metodoloji araştırması. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi 2014 Ankara.
- Gray NF. Estetik kalite. 21. İçme suyu kalitesi. (Ed. Mustafa Işık), Nobel Akademik Yayıncılık 2015; 519, Ankara.
- Helvacı C. Batı Anadolu'da arserik ve bor mineralleri ilişkisi ve sağlığa etkileri. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı 2005; 74-92, Ankara.
- Kalender L., Kırat G., Bölücek C., Sağiroğlu A. Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn yatağının eski imalat pasalarının jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni 2009; 52(2): 239-254.
- Kırat G. Görgü (Yeşilyurt) Pb-Zn yatakları ve çevresindeki metallerin bitkilere yansımaları. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 2009; 288.
- Kırat G. Görgü (Yeşilyurt) Pb-Zn madeni çevresinde yetişen Pb-Zn-Cd akümülatör. Maden Teknik Arama Dergisi 2017; 155: 161-173.
- MTA. Malatya-Yeşilyurt-Görgü Köyü Zn-Pb-Ba yatağı maden jeolojisi raporu. Rapor No 8228, Maden Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı 1987.
- Önal M., Tuzcu N., Helvacı C. Geological setting, mineralogy an origin of the Cafana (Malatya) Zn-Pb sulfide and carbonate deposit. E Anatolia, Turkey, in: Int. Earth Sci. Congress on Aegean Regions, Proceedings, ed: M. Y. Savaşın and A. H. Eronat, Izmir, D. E. University 1990; 1, 52-58.
- Sağiroğlu A. Cafana (Görgü) Malatya karbonatlı Pb-Zn yatakları. Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A- Yerbilimleri 1988; 5(1): 3-13.
- Şaylı BS. İnsan sağlığı ve bor mineralleri. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eti Holding Araştırma Projeleri Yürütücüsü, Mayıs 2000, Ankara, (www.bigadic.gov. tr).
- Varoş S., Şekerci M. Korkuteli ilçe merkezi (Antalya) su kaynaklarının su kalite indeksi (Wqı) yöntemi ile değerlendirmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 2018; 6(1): 74-86.

Akdeniz Meyve Sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın Kayısı Bahçelerinde Popülasyon Değişimleri Üzerinde Araştırmalar

Papatya TİFTİKÇİ*

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çanakkale İl Müdürlüğü, 17100, Çanakkale

¹<https://orcid.org/0000-0002-2779-8265>

*Sorumlu yazar: papatyademirezer@hotmail.com

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 07.12. 2021

Kabul tarihi: 17.03.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Akdeniz meyve sineği

Ceratitis capitata

Feromon

Kayı

Popülasyon

Ceratitis capitata (Wiedemann), başta turuncgiller olmak üzere birçok meyve türünde önemli bir dış karantina zararlısıdır. Bu çalışma, 2016-2019 yılları arasında Çanakkale'de yürütülmüştür. Akdeniz meyve sineğinin popülasyon değişimlerini tespit etmek amacıyla kayısı bahçelerine Trimedlure içeren delta tipi feromon tuzaklar yerleştirilmiştir. Çalışmada, Akdeniz meyve sineğinin 2016 yılında temmuz-aralık aylarında, 2017 yılında eylül-kasım aylarında, 2018 yılında temmuz-kasım aylarında, 2019 yılında ise ağustos-aralık aylarında popülasyonu gözlenmiştir. Akdeniz meyve sineği, 10.10.2016 tarihinde tuzak başına 630 ergin, 24.10.2017 tarihinde tuzak başına 3 ergin, 12.9.2018 tarihinde tuzak başına 581 ergin, 24.10.2019 tarihinde ise tuzak başına 20 ergin ile tepe noktası oluşturmuştur. Çalışma sonucunda, Akdeniz meyve sineğinin popülasyonunun 2016 ve 2018 yıllarında yüksek seviyelerde, 2017 ve 2019 yıllarında ise düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Studies on Population Development of Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Apricot Orchards

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 07.12.2021

Accepted: 17.03.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Apricot

Ceratitis capitata

Mediterranean fruit fly

Pheromone

Population

Ceratitis capitata (Wiedemann) is an important external quarantine pest in many species of fruits, especially citrus. This study was carried out in Çanakkale between 2016-2019 years. In order to determine the population changes of the Mediterranean fruit fly, pheromone traps containing Trimedlure have been placed in the apricot orchards. In the study, the adult population of the Mediterranean fruit fly was observed in july-december in 2016, in september-november in 2017, in july-november in 2018, and in august-december in 2019. The Mediterranean fruit fly has formed a peak with 630 adults per trap on 10.10.2016, 3 adults per trap on 24.10.2017, 581 adults per trap on 12.9.2018, and 20 adults per trap on 24.10.2019. As a result of the study, it was determined that the population of the Mediterranean fruit fly was at high levels in 2016 and 2018, and low in 2017 and 2019.

To Cite: Tiftikci P. Akdeniz Meyve Sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın Kayısı Bahçelerinde Popülasyon Değişimleri Üzerinde Araştırmalar. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 304-311.

Giriş

Kayı (*Prunus armeniaca* L.) *Rosaceae* familyasına ait bir yaz meyvesi olup, taze olarak tüketildiği gibi meyveleri kurutularak kış aylarında da tüketilebilmektedir. Anavatanı Akdeniz ülkeleridir. Dünya yaş kayısı üretiminde Türkiye % 14 üretim oranı ile ilk sırada yer almaktadır. Yıllık üretim 850 bin ton' dur. Ülkemizde

en fazla kayısı üreten il Malatya'dır (TÜİK, 2019). Geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan, iç tüketim ve ihracatımız için önemli bir yere sahip olan kayısı ağaçlarında zarara sebep olan 26 zararlı tür bulunmaktadır (GTHB, 2011). Bu zararlılar içerisinde *Ceratitıs capitata* dış karantinaya tabi olması açısından önemlidir. *Ceratitıs capitata*'nın ekonomik zararlı tür olmasında en büyük faktör polifag bir zararlı olmasıdır. Çanakkale'de yapılan çalışmada, yaz aylarında mandalina, şeftali, kayısı ve erikte yüksek popülasyon oluşturan *C. capitata*'nın, sonbaharda nektarin, elma, ayva ve armut bahçelerine geçtiği bildirilmiştir (Tiftikci, 2017). Yunanistan'da yapılan çalışmada, *C. capitata*'nın haziran ve temmuz aylarında kayısı ve şeftalide, eylül ayında elma ve armutta, ağustos ayında kiraz ve erikte saptandığı belirtilmiştir (Papadopoulos ve ark., 2003). Zararlı, tropik ve subtropik bölgelerde büyük epidemiler oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda zararlının ekonomik kayıplara sebep olduğu bildirilmiştir (Demirdere, 1961; İleri, 1961; Zümreoğlu, 1979; Özkan, 1993; Başpınar ve ark, 2009). Zararlı, Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde ekonomik zararlar meydana getirmektedir (Papadopoulos ve ark., 1998). Ülkemizde *C. capitata* ilk kez 1939 yılında Ankara'da şeftali ve kayısıda, 1958 yılında Kayseri'de armutta, 1960 yılında ise Ankara'da armutta saptanmıştır (Bodenheimer, 1951; İleri, 1961). Çanakkale'de Bozcaada, Çan ve Yenice ilçeleri dışında toplam 7 bin da alanda kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır (ÇKS, 2019). Daha fazla ve kaliteli ürün elde etmek için kayısıda hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele önem arz etmektedir (GTHB, 2011). Doğal ve doğal olmayan orman alanları, tarım alanları, meyve bahçeleri ve yerleşim alanlarında BioLure tuzakları ile yüksek yoğunlukta *C. capitata* yakalandığı, ancak bu tuzakların hedef dışı yararlı ve zararlı türleri de % 20 oranında çektiği belirtilmiştir (Leblanc ve ark., 2010). *Ceratitıs capitata*'nın popülasyon yoğunluğu parametrelerinin saptanmasının, mücadelede başarı şansını arttırdığı önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Tiftikci, 2017). Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada, kayısıda *C. capitata*'nın popülasyon dalgalanmalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma, 2016-2019 yılları arasında Çanakkale'de yürütülmüştür. Akdeniz meyve sineğinin kayısıda popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla enlemi 40°05.534, boylamı 26°22.755 ve yükseklik değeri 11 m olan deneme parseline tuzaklar asılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü parselde, tuzak olarak delta tipi tuzaklar ve Trimedlure içeren feromon kapsülleri kullanılmıştır. Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmasının takibi için tuzaklar 10 da kayısı bahçesinin orta kısmına zararlının yoğunluğuna göre dekara 1-5 adet tuzak olacak şekilde yerleştirilmiştir. Denemenin gerçekleştirildiği Şeker Pare çeşidi kayısı ağaçları 20 yaşında olup, sıra arası 6 m ve sıra üzeri 6 m mesafededir. Haftalık kontroller esnasında, deneme parselinde bulunan tuzaklardaki Akdeniz meyve sineği erginleri sayılmış ve toplamı alınmıştır. Tuzaklarda haftalık olarak yakalanan toplam birey sayısı tuzak sayısına bölünerek ortalama tuzak başına ergin birey sayısı hesaplanmıştır. Delta tipi tuzaklar, ağaçların taçlanma yapıları dikkate alınarak ağaçların güney-doğu kısmına, hâkim rüzgâr yönünde yerden 1,5 m yükseklikte, taç iz düşümünün ¼' lük kısmına yerleştirilmiştir. Feromonlar 4 haftada bir yenileri ile değiştirilmiştir. Asılan tuzaklar ocak ayından başlayıp aralık ayının sonuna kadar her hafta kontrol edilmiştir. Ayrıca haftalık kontroller esnasında bahçeler rasgele çaprazlama

dolaşarak ağaç üzerindeki vuruklu meyveler kontrol edilmiş, mücadelesinde Deltamethrin tercih edilmiştir. Çalışmalar süresince iklim verileri Çanakkale Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanmıştır (Tablo 1, 2, 3).

Tablo 1. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	7	4	8	8
Şubat	11	8	9	7
Mart	11	11	12	11
Nisan	16	13	16	13
Mayıs	18	19	20	20
Haziran	25	24	23	26
Temmuz	27	27	27	27
Ağustos	27	27	27	28
Eylül	23	22	22	23
Ekim	17	16	17	19
Kasım	13	13	13	18
Aralık	5	11	8	11

Tablo 2. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama nem değerleri

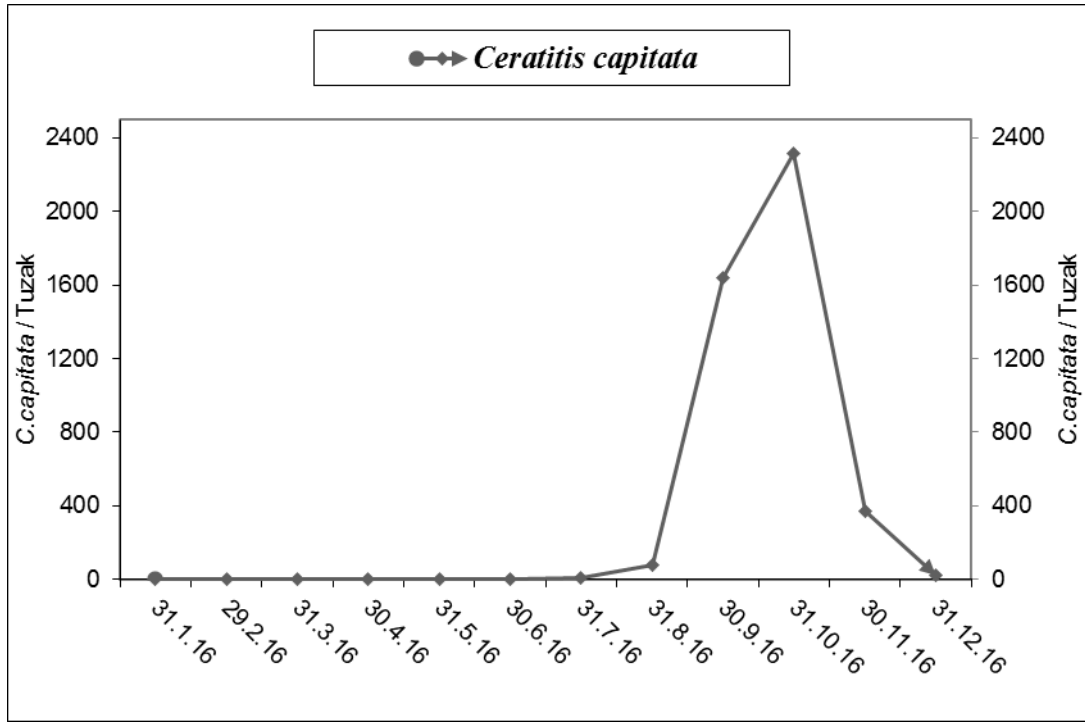
Aylar	Ortalama Nem (%)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	73	77	77	76
Şubat	78	75	81	76
Mart	74	74	77	69
Nisan	68	64	68	69
Mayıs	70	65	70	65
Haziran	62	64	64	59
Temmuz	55	56	60	52
Ağustos	59	54	57	53
Eylül	60	58	64	54
Ekim	66	67	73	68
Kasım	71	75	76	72
Aralık	69	73	78	72

Tablo 3. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait toplam yağış değerleri

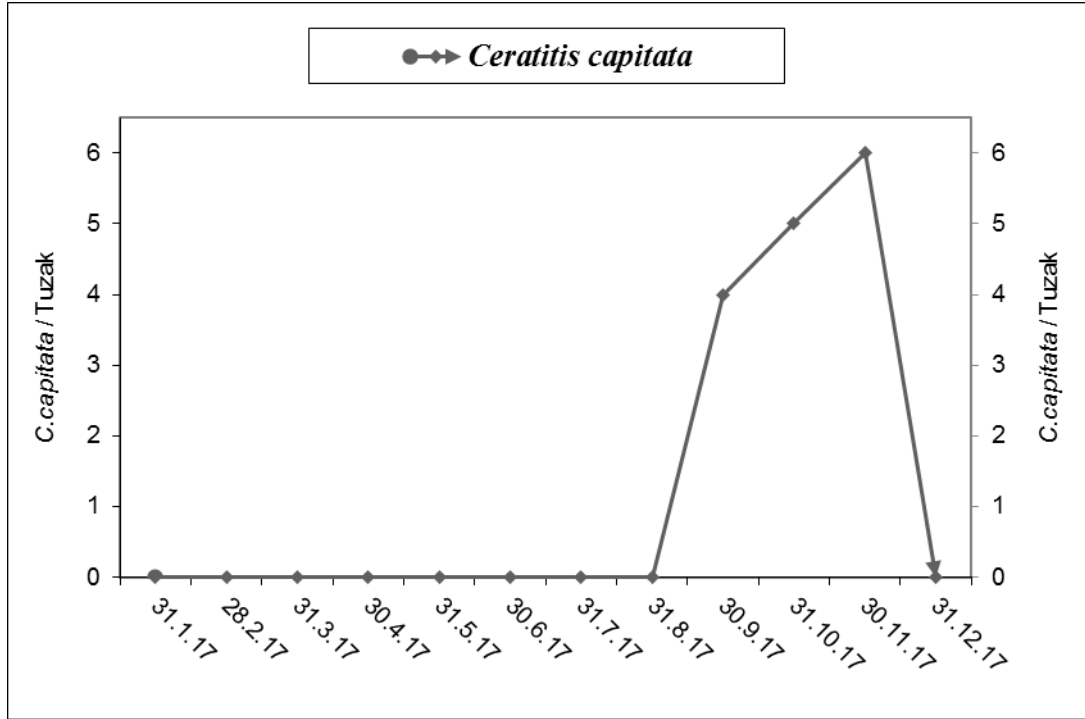
Aylar	Toplam Yağış (mm)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	110	156	87	94
Şubat	89	56	132	69
Mart	53	23	57	64
Nisan	15	15	17	86
Mayıs	27	20	32	5
Haziran	40	35	19	57
Temmuz	0	17	16	20
Ağustos	0	0	0	11
Eylül	2	10	72	1
Ekim	9	49	33	35
Kasım	209	118	93	19
Aralık	17	146	98	32

Araştırma Bulguları ve Tartışma

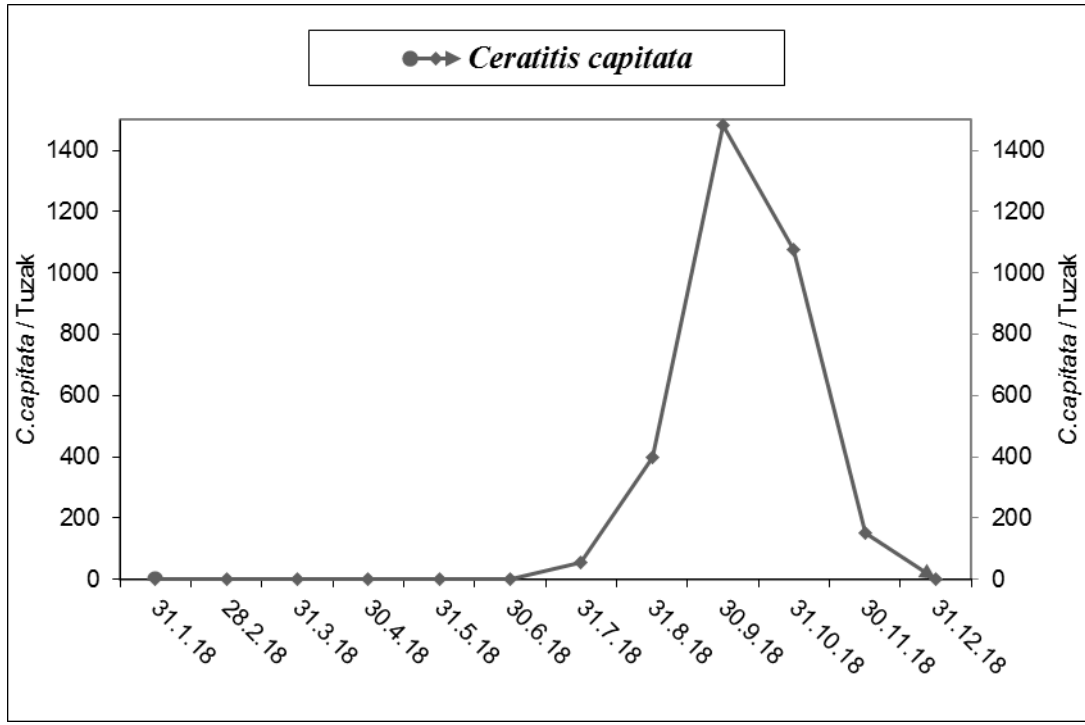
Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla 2016 yılında kayısı ağaçlarına asılan tuzaklarda temmuz ayında tuzak başına ortalama 7 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Temmuz ayı ortalama sıcaklık değerleri 27 °C, ortalama nem %55'dir. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı kayısı parselinde ekim ayında tuzak başına ortalama 2315 ergin olmuştur. Ekim ayı ortalama sıcaklık değerleri 17 °C, ortalama nem %66 ve yağış 9 mm'dir. Son erginler ise aralık ayında tuzak başına ortalama 25 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Aralık ayı ortalama sıcaklık değerleri 5 °C, ortalama nem %69 ve yağış 17 mm'dir. Çalışmanın ikinci yılı olan 2017 yılında, kayısı ağaçlarına asılan tuzaklarda eylül ayında tuzak başına ortalama 4 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Eylül ayı ortalama sıcaklık değerleri 22 °C, ortalama nem %58 ve yağış 10 mm'dir. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı kayısı parselinde kasım ayında tuzak başına ortalama 6 ergin olmuştur. Son erginler ise kasım ayında tuzak başına ortalama 6 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Kasım ayı ortalama sıcaklık değerleri 13 °C, ortalama nem %75 ve yağış 118 mm'dir. Çalışmanın üçüncü yılı olan 2018 yılında, kayısı ağaçlarına asılan tuzaklarda temmuz ayında tuzak başına ortalama 54 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Temmuz ayı ortalama sıcaklık değerleri 27 °C, ortalama nem %60 ve yağış 16 mm'dir. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı kayısı parselinde eylül ayında tuzak başına ortalama 1481 ergin olmuştur. Eylül ayı ortalama sıcaklık değerleri 22 °C, ortalama nem %64 ve yağış 72 mm'dir. Son erginler ise kasım ayında tuzak başına ortalama 152 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Kasım ayı ortalama sıcaklık değerleri 13 °C, ortalama nem %76 ve yağış 93 mm'dir. Çalışmanın son yılı olan 2019 yılında, kayısı ağaçlarına asılan tuzaklarda ağustos ayında tuzak başına ortalama 8 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Ağustos ayı ortalama sıcaklık değerleri 28 °C, ortalama nem %53 ve yağış 11 mm'dir. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı kayısı parselinde ekim ayında tuzak başına ortalama 44 ergin olmuştur. Ekim ayı ortalama sıcaklık değerleri 19 °C, ortalama nem %68 ve yağış 35 mm'dir. Son erginler ise aralık ayında tuzak başına ortalama 2 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Aralık ayı ortalama sıcaklık değerleri 11 °C, ortalama nem %72 ve yağış 32 mm'dir.



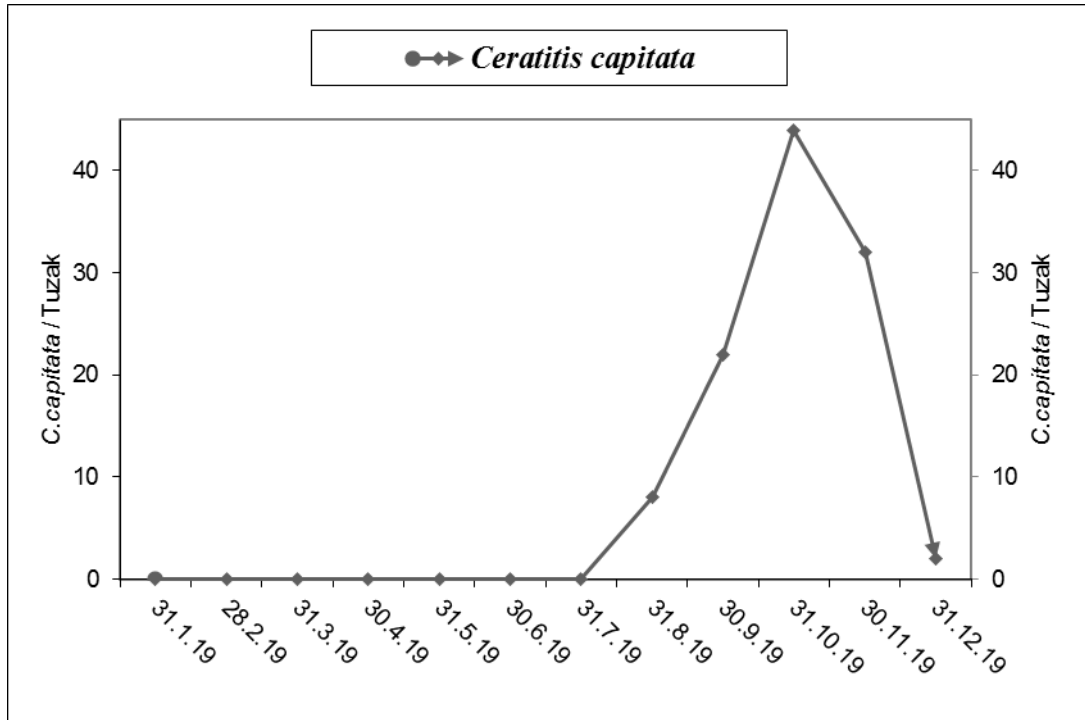
Şekil 1. Çanakkale’de kayısıda 2016 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları



Şekil 2. Çanakkale’de kayısıda 2017 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları



Şekil 3. Çanakkale’de kayısıda 2018 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları



Şekil 4. Çanakkale’de kayısıda 2019 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları

Akdeniz meyve sineği, 2016 yılında ilk olarak temmuz ayının son haftası tuzaklarda ortalama 7 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon artmıştır. Ekim ayının ikinci haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 630 ergin tespit edilmiştir. Birey sayısı sonraki haftalarda azalmıştır. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 4 ergin olarak aralık ayının üçüncü haftasında kaydedilmiştir. Akdeniz meyve sineği 2017 yılında, eylül ayının ikinci haftası tuzaklarda ortalama 2 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon artan ve azalan değerlerde değişim göstermiştir. Ekim ayının üçüncü haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 3 ergin tespit edilmiştir. Tuzaklarda yakalanan son

sinekler ortalama 2 ergin olarak kasım ayının üçüncü haftasında belirlenmiştir. Akdeniz meyve sineği 2018 yılında, temmuz ayının ilk haftası tuzaklarda ortalama 4 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon artmıştır. Eylül ayının ikinci haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 581 ergin tespit edilmiştir. Birey sayısı sonraki haftalarda azalmıştır. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 57 ergin olarak kasım ayının ikinci haftasında belirlenmiştir. Akdeniz meyve sineği 2019 yılında, ağustos ayının ikinci haftası tuzaklarda ortalama 2 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon artan ve azalan değerlerde değişim göstermiştir. Ekim ayının üçüncü haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 20 ergin tespit edilmiştir. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 1 ergin olarak aralık ayının üçüncü haftasında kaydedilmiştir.

Sonuç

Çanakkale’de kayısı ağaçlarında 2016-2019 yıllarında Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmanın sonuçlarına göre, 2016 ve 2018 yıllarında popülasyon yoğunluğu yüksek, 2017 ve 2019 yıllarında ise popülasyon yoğunluğu düşük değerlerde saptanmıştır. Çalışmaların birinci yılında, Akdeniz meyve sineği temmuz ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, aralık ayının sonuna kadar popülasyonu gözlenmiştir. İkinci yıl çalışmalarında, eylül ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, kasım ayının sonuna kadar popülasyonu gözlenmiştir. Üçüncü yıl çalışmalarında, temmuz ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, kasım ayının ikinci haftasına kadar popülasyonu gözlenmiştir. Çalışmaların dördüncü yılında, Akdeniz meyve sineği ağustos ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, aralık ayının sonuna kadar popülasyonu gözlenmiştir. Tuzaklarda yakalanan toplam birey sayısı 2016 yılında ortalama 4441 birey, 2017 yılında ortalama 15 birey, 2018 yılında ortalama 3162 birey, 2019 yılında ortalama 108 birey olmuştur. Tunus’ta *C. capitata*’nın Cera ve Tripack tuzaklarda kasım-aralık aylarında tepe noktası oluşturduğu, son erginlerin aralık ayında belirlendiği bildirilmiştir (Hafsi ve ark., 2015). Cezayir’de ise *C. capitata*’nın sıcak ve kurak geçen yaz ve sonbahar aylarında popülasyonunun arttığı belirtilmiştir (Laamari ve ark., 2015). Akdeniz meyve sineği feromon tuzaklarda yüksek seviyelere ulaşmasına karşın ağaçlarda yapılan kontrollerde vuruklu meyveye rastlanılmamıştır. Zararlıının popülasyonunun yıllara göre değişkenlik göstermesinin iklim verilerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Teşekkür

Feromon tuzakları temin eden Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü’ne teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacı Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Başpınar H., Çakmak İ., Koçlu T., Başpınar N. Aydın ili meyve bahçelerinde Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin biyo-ekolojisi, zararı, yayılışı ve turuncgil bahçeleri üzerindeki çalışmaları. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Isparta, 48; 2009.
- Bodenheimer FS. Citrus entomology in the Middle East. Den Haag, 1951.
- ÇKS. İl Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi verileri, Çanakkale; 2019.
- Demirdere A. Çukurova Bölgesinde Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wied.)'nin biyolojisi ve mücadelesi üzerinde çalışmalar. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Müdürlüğü, Ankara, 118; 1961.
- GTHB. Kayısı entegre mücadele teknik talimatı. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara; 2011.
- Hafsi A., Harbi A., Rahmouni R., Chermiti B. Evaluation of the efficiency of mass trapping of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisian citrus orchards using two types of traps: Ceratrap and Tripack. XII. International Citrus Congress, 2015, sayfa no:1049-1056.
- İleri M. Türkiye'de Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wied.) durumu ve mücadelesi. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, 1961, Ankara, 38.
- Laamari M., Talbi Y., Mahmoudi R. *Ceratitis capitata*: a new threat to apple trees in Algeria. EPPO Bulletin, 2015; 45(2): 207-208.
- Leblanc L., Vargas RI., Rubinoff D. Captures of pest fruit flies (Diptera: Tephritidae) and non-target insects in biolure and torula yeast traps in Hawaii. Environmental Entomology 2010; 32: 1626-1630.
- Özkan C. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın konukçu değişimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, sayfa no: 54, Adana, 1993.
- Papadopoulos NT., Katsoyannos BI., Carey JR. Temporal changes in the composition of the overwintering larval population of the Mediterranean fruit flies (Dipt., Tephritidae) in Northern Greece. Entomological Society of America 1998; 91(4): 430-434.
- Papadopoulos NT., Katsoyannos BI., Nestle D. Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) adult population in a mixed deciduous fruit orchard in Northern Greece. Environmental Entomology 2003; 32(2): 319-326.
- Tiftikci P. Çanakkale'de Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)'nın genel durumunun değerlendirilmesi. II. Çanakkale Tarımı Sempozyumu Bildirileri, 2017, sayfa no: 108, Çanakkale.
- TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu verileri, Ankara; 2019.
- Zümreoğlu A. Sterile-Male tekniğini mücadelede uygulamak gayesiyle suni ortamlarda Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)'nın yetiştirme metotları üzerinde araştırmalar. Zirai Mücadele Müdürlüğü, Ankara, 84; 1979.

Phenotypic Characterisation of the Indigenous Zavot Cattle Under *In-situ* Conditions in Northeastern of Turkey

Sadrettin YÜKSEL^{1*}, Fatma YÜKSEL², Burcuhan BALTA³

^{1,2,3}Eastern Anatolian Agricultural Research Institute, Erzurum, Turkey

¹<https://orcid.org/0000000344788605>

²<https://orcid.org/0000000221141940>

³<https://orcid.org/0000000274966129>

*Corresponding author: sadrettin71@hotmail.com

Research Article

Article History:

Received: 15.09.2021

Accepted: 28.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

In-situ conservation
Local animal genetic resource
Phenotypic characterisation
Zavot cattle

ABSTRACT

The Zavot cattle were initially introduced to Northeastern Turkey by Molokon Community and Volga Germans that migrated from the interior of Russia and the Estonian border. This breed has mainly a genotype consisting of a cross between Simmental, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red, but, it is also stated carrying the blood of the Podolia breed. Zavot cattle have light tones such as white and blondish for hair and coat color, and are generally horned. The mean for body weight, body length, height at withers and heath girth at birth were 23.96 kg, 65.19 cm, 71.07 cm and 76.37 cm, respectively. The same values were 70.53 kg, 77.93 cm, 82.12 cm and 93.36 cm in 3 months of age, respectively. And, the values for same traits were also 385.9 kg, 145.7 cm, 126.3 cm, and 170.2 cm in adult age, respectively. The highest fat (4.22%), protein (3.37%) and dry matter ratio (12.42%) were found in August, June and August, respectively. Zavot cattle can show a high performance depending on the condition, although some existing phenotypic performance values are seen to lower, because of the unsuitable management conditions, and breeding area insufficiency.

Türkiye'nin Kuzeydoğusunda *In-situ* Şartlar Altında Yerli Zavot Sığırının Fenotipik Karakterizasyonu

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 15.09.2021

Kabul tarihi: 28.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

In-situ koruma
Yerli hayvan genetik kaynakları
Fenotipik karakterizasyon
Zavot sığırı

ÖZET

Zavot sığırları ilk olarak Rusya'nın iç bölgelerinden ve Estonya sınırından göç eden Malakan Camiası ve Volga Almanları tarafından Türkiye'nin kuzeydoğusuna tanıtılmıştır. Bu ırk, temelde Simmental, İsviçre Esmeri ve Doğu Anadolu Kırmızısı'nın melezlemesinden oluşan genotipe sahip olsada, Podolya ırkı kanını da taşıdığı bildirilmiştir. Zavot sığırı kıl ve deri rengi bakımından beyaz ve sarımsı gibi açık tonlara sahiptir ve genellikle boynuzludur. Doğumda vücut ağırlığı, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği ve göğüs çevresi değerleri sırasıyla 23,96 kg, 65,19 cm, 71,07 cm ve 76,37 cm' dir. Aynı değerler 3 aylık yaşta sırasıyla 70,53 kg, 77,93 cm, 82,12 cm ve 93,36 cm dir. Bu ölçüler ergin yaşta ise sırasıyla 385,9 kg, 145,7 cm, 126,3 cm ve 170,2 cm dir. Sütün en yüksek yağ (%4,22), protein (%3,37) ve kuru madde oranı (%12,42) sırasıyla Ağustos, Haziran ve Ağustos aylarında elde edilmiştir. Zavot sığırlarında, uygun olmayan sürü idare koşulları ve yetersiz yetiştiricilik uygulamalarından dolayı mevcut bazı fenotipik performans değerlerinin düşük olduğu görülebilir, optimum şartlarda yüksek performans gösterebileceği düşünülmektedir.

To Cite: Yüksel S., Yüksel F., Balta B. Phenotypic Characterisation of the Indigenous Zavot Cattle Under *In-situ* Conditions in Northeastern of Turkey. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 312-324.

Introduction

Indigenous animal breeds contribute a significant ratio to biodiversity and cultural variety that Turkey possesses, like being over the world. Breeders that have extensive conditions rely on these animals to ensure that their local resources deliver the advantages necessary for rational rearing (Yüksel, 2019). The indigenous animal breeds have important roles for basic dynamics, such as the development of new technologies, creation of models, the establishment of systematic animal production, agricultural diversification, and sustainable agricultural production. Recently, pandemics having seen in the world have started to bring agenda the importance of life in places far from crowded environments. Thus, even the smallest information about these animals is considered to be very important. One of these indigenous breeds is also Zavot Cattle. This breed that was reared in Turkey's eastern regions was obtained as a result of crossbreeding of exotic breeds with local breeds. In the early 18th century, Molokon Communitiy settled extensively across the Kars - Caucasian and Northeastern region of Turkey where they were well adapted in these environments and strived extensively by agriculture and livestock (Türkdoğan, 2005). Some families on the Estonian border, which is known as German families settled South-Caucasian region, because of their beliefs, in the early 1800's (Deveci Bozkuş, 2006; Anonim, 2008). Zavot breed cattle were mainly obtained as a result of the hybridization of Simmental and Brown Swiss bulls that were brought with them by Volga Germans and Molokon Communitiy who settled in the region with Eastern Anatolian Red cows (Üresin, 1936). It was also foreseen that this crossbreed genotype was mixed with the blood of the Podolya breeds (Üresin, 1936; Batu, 1955). Zavot cattle have as well proven to be good meat animals, especially under harsh climate conditions and in marginal areas in Eastern Regions of Turkey (İlaslan et al., 1998). Over the years, alteration of rearing style and intensive introduction of exotic breeds has substantially altered the genetic resource characteristics of this breed. In indigenous cattle, the lower of animal products such as meat and milk, compared to exotic breeds is among applications to different tendencies (Yüksel, 2019). However, the last point reached indicates that indigenous cattle breeds are indispensable. Because, they have lower feed consumption and higher disease resistance (Ertuğrul et al., 2000). In the context of these facts, it is of extreme importance to make a lot of studies about morphological and physiological characters of Zavot cattle, which can be aid salvation from bottlenecks in the future.

Therefore, the objective of this study is to investigate some physiological and morphological characteristics of Zavot cattle *in-situ* conservation conditions.

Material and Methods

In this study, it was used the records of the Zavot herd that were initiated by the Ministry of Agriculture and Forestry - General Directorate of Agricultural Research and Policies in 2005 and continued for five year periods. The study was carried out in the local enterprises of the Ardahan province /Turkey, latitude 41° 07' N and longitude 42° 41' E. Mean annual rainfall and temperature recorded 555 mm and 3.6 °C the in the study area, respectively (Anonim, 2019). In the village management system in Ardahan

province, animals are tethered individually in closed barns in winter and are also grazed freely in the daytimes during the summer period in the pasture area. The winter feeding is mostly composed of dry meadow grass, alfalfa, oat grass, and wheat straws. Also concentrate feeds are given a little, particularly, during the winter season. Mating is occur with a few bulls grazing with the herd throughout April and May. The calving is seen intensively period February - March and the normal milking process, commonly, is started approximately 1 mo after calving.

The milk was fully breastfed to the calf during the first month period, the requirement of common practice. Then, the sample was collected to determine protein, fat, lactose, ash percentage and pH value. Each cow was milked separately to a milk tank. Milk samples were collected after homogenization of milk in 60-mL bottles with antimicrobial content. Samples were sent to the laboratory for milk quality analysis. All the analyses were performed using fully-automatic equipment (Mild Steel Lacto Plus Milk Analyser). The milk composition was determined by an infrared technique, according to ISO 9622 guidelines. The measurements of birth, 3 months of weaning, and adult age (36 + month) periods in the study, were measured using a measurement zone such as body length (BL), height at withers (HW), chest depth (CD), chest width (CW), and using a measuring tape zone such as heart girth (HG) and front shin girth (FSG). It was used a scale that was 10 g sensitive for determining birth weight. Body weights (BW) for 3 months of age and adult age were estimated by regression models developed to the breed the nearest based on some body measurements following as:

$$BW = 137.6 - 2.647 \times HG + 0.024 \times HG^2 \text{ (Willeke and Dürsch, 2002)} \quad (\text{A})$$

$$BW = -1068 + 2.80BL + 1.76WH + 5.02HG \text{ (Ozkaya and Bozkurt, 2009)} \quad (\text{B})$$

$$BW = a + bHG \text{ (Ulutaş et al., 2002)}$$

where a = constant, b = linear coefficient for HG

In the research, the data were being collected qualitatively, and they were analyzed quantitatively, using percentages and means, to determine the breed. Therefore, it was used descriptive statistics for body weights and body measurements of animals at birth, 3 months of age and adult age. It was evaluated by this analysis the data procured from this study for BW, BL, HW, CD, CW, HG, and FSG (SPSS, 2001). The milk samples for components were taken from a total of 32 same animals that were milked also in the three months included in the assessment. Data for milk components were examined using Variance Analysis in General Linear Model. Duncan multiple comparison tests was also used to determine the differences between group means.

Result and Discussion

In this study based on physical analysis and observation in enterprises was reported course of some morphological characters of the breed (Table 1). These definitions are now recognized to be determinant characteristics of the breed and for animal selection is used for different purposes. The findings of the research indicated that was to be straight without crimps for coat pattern, light tone weighted for coat color, white tones for hair color, moderate coarse for hair characteristics, forehead wide and plain for

head structure, upward directional for horn shape and medium-saturation breast lobe for breast structure but there was a range of variation in the observation.

Table 1. Morphological traits of the Zavot cattle

N	Morphology	Traits
	Coat pattern and characteristics	Straight without crimps, medium hardness when touched by hand, have a uniform structure
	Coat color	Light ton weighted, more pronounced lightness on the neck area, slightly darker on the out surfaces of the back legs
	Hair color	White hairs on all body, hairs in the same color tone from the coated surface to the tip, slight yellow hairs on the neck region more pronounced yellowness in male, apparent dark tone hairs on tail tip
	Hair characteristics	Moderate coarse when touch by hand and bright, thin hairs relatively around the breast and neck region
	Head structure	Forehead wide and plain, nose region round, hair growth between the horns, more intense in male especially, dark on mouth region usually, eyelashes black
	Back structure	A straight line from neck to waist, a narrow-angle relatively between the waist and the coccyx, prominent pelvis
	Horn shape	Upward directional, also forward partially, spring style curvy, in a dark color, in a strict texture, a little short stubby pattern rarely
	Breast structure	Medium-saturation breast lobe, straight settled nipples, in an upright position to floor, in a volume suitable for machine milking

Descriptive statistics for body weights and body measurements of calves at birth were given in Table 2. The CV values indicated that variation for BL, HW, HG, waist height (WH) and front shin girth were 10% lower than BW, CD and CW.

There are increasing trends regarding consultation of Zavot cattle such as other cattle breeds to values of some body measurement, including HG generally and BL and HW specifically. Thus, body weight was estimated and was described to be numerical the physical characteristics of the breed.

Table 2. Descriptive statistics for body weights and body measurements of calves at birth.

Traits	N	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Min	Max	CV (%)
Body Weight (kg)	88	23.96 \pm 0.43	18	32	17.0
Body length (cm)	62	65.19 \pm 0.73	53	83	8.8
Height at withers (cm)	62	71.07 \pm 0.53	66	85	5.8
Chest depth (cm)	62	30.61 \pm 0.62	24	57	16.1
Chest width (cm)	62	16.53 \pm 0.33	12	23	15.8
Hearth girth (cm)	62	76.37 \pm 0.67	68	92	6.7
Waist height (cm)	62	75.87 \pm .63	68	91	6.5
Front shin girth (cm)	62	10.65 \pm 0.11	9	14	8.2

CV: coefficient of variation, Min: minimum, Max: maximum.

The measurements of BL, HG, HW from project animals and BW based on these values were presented in Table 3 and Table 4 for 3 months of age (weaning) and adult age respectively. The descriptive statistics results of 3 mo age showed that the CV value was 23.9 for the body weight prediction (Table 3).

Table 3. Descriptive statistics for body weights and body measurements of calves at 3 months of age (weaning).

Traits	N	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Min	Max	CV (%)	
Body Weight (kg)	C	88	70.53 \pm 1.79	39	113	23.9
Body length (cm)		88	77.93 \pm 0.82	64	95	9.9
Height at withers (cm)		88	82.12 \pm 0.64	71	101	7.3
Chest depth (cm)		88	34.95 \pm 0.44	26	43	11.8
Chest width (cm)		88	17.61 \pm 0.32	12	25	17.4
Hearth girth (cm)		88	93.36 \pm 0.79	77	112	8.0
Waist height (cm)		88	88.21 \pm 0.62	79	106	6.6
Front shin girth (cm)		88	11.28 \pm 0.09	9	14	7.8

C (regression model) = a+bHG,

Min: minimum, Max: maximum, CV: coefficient of variation.

The CV values for birth weight of adult animals were predicted with A and B models were 16.6 and 18.7%, respectively. In these animals, CV for BL, HG, HW were 5.7, 6.9 and 4.0 respectively, and the variation of HW was lowest in the total herd (Table 4). Means for form milk components estimated from milk samples taken from the herd were reported in Table 5. August results, compared with June and November, were characterized by higher fat and dry matter ratio; significant ($P < 0.01$) differences were noted for these components. This state was in favor of June for protein, lactose and ash.

Table 4. Descriptive statistics for body weights and body measurements for Zavot cattle at adult age.

Traits		N	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Min	Max	CV (%)
Body Weight (kg)	A	46	395.5 \pm 7.7	252	568	16.6
	B	46	423.5 \pm 9.3	276	584	18.7
Body Length (cm)		46	145.7 \pm 1.2	123	163	5.7
Heart Girth (cm)		46	170.2 \pm 1.7	137	200	6.9
Height at Withers (cm)		46	126.3 \pm 0.7	116	138	4.0

A (regression model): $137.6 - 2.647 \times HG + 0.024 \times HG^2$,

B (regression model): $-1068 + 2.80BL + 1.76WH + 5.02HG$,

Min: minimum, Max: maximum, CV: coefficient of variation.

In Zavot cattle coat pattern, coat color and hair color are very impressive character and particularly interesting in purchase and sale, because it is one of the ways considered in the yield direction preference that is produced meat and milk among breeders. In the origin of this breed, there are explicit roles of the Simmental on the one hand and Brown Swiss, and Eastern Anatolian Red on the other (Batu, 1955; Alpan, 1994).

Table 5. Least squares mean for various milk components of test day milk samples from Zavot cows.

Traits	June (N = 32)	August (N = 32)	November (N = 32)	Sig
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
Fat (%)	3.15 ^b \pm 0.11	4.22 ^a \pm 0.88	3.52 ^b \pm 0.14	**
Protein (%)	3.37 ^a \pm 0.02	3.16 ^b \pm 0.03	3.10 ^b \pm 0.03	**
Lactose (%)	4.80 ^a \pm 0.06	4.31 ^b \pm 0.06	4.27 ^b \pm 0.05	**
Ash (%)	0.83 ^a \pm 0.00	0.74 ^b \pm 0.01	0.74 ^b \pm 0.00	**
Dry Matter (%)	12.00 ^b \pm 0.03	12.42 ^a \pm 0.69	12.04 ^b \pm 0.09	**
pH	6.06 ^b \pm 0.02	6.42 ^a \pm 0.02	6.43 ^a \pm 0.02	**

a-b: values shown with different letters on the same row are different statistically, **: P < 0.01, sig: significant.

Although Zavot cattle display an extensive coat color variation, breeders have focused on tones consisting of white in female, light blondish in males that contributes to meat and milk yield, evaluate rural conditions and local feed resources. Coat color was reported as an efficient character by Anzures-Olveraa et al., (2019) for body condition score, rectal temperature, hematologic change, fat-corrected milk and 305-d milk yield. Fertility and pregnancy are also an integral part of the livestock and as such must consider that their' effects they make may influence the sustainability of the enterprise. As it has been reported that there is a low correlation between coat color and fertility (Bertipaglia et al., 2005), the breeder's choice could broaden in terms of moving towards specific goals. The preference in white and blondish tones based on use style could be a result of the experience of long years of breeding under the same environmental conditions. It was reported light-colored and thin-coat characteristics of cattle

produced more milk with higher values of milk fat, protein, dry matter (Prabhakar et al., 2018). Scientific genetic researches that have made on the relationship between coat color and genetic variation in different livestock (Fontanesi et al., 2010; Fontanesi et al., 2011; Cavalcanti et al., 2017) in recent years shed more light on these issues. It can seem like a paradox in normally that proportion of horned animals are increasing in enterprises making extensive rearing. Zavot cattle breeders not only consider coat color but take care of also horn and horn shape which are used as showing off. The upsurge in relevance with the use of horned animals could be a source of the increased price if the animal is properly exhibited. On the other hand breeders of Zavot cattle have implemented strategies also to breast structure as in horn shape and coat color of animals. It was reported that relationships between nipple shape and breast lobe size may be determinant in milk yield (Tilki et al., 2005; Gracner et al., 2015). Zavot breeders prioritize their socio-economic conditions as well as the number of animals in their enterprises, which could be interpreted consist of indicating that there are certain commonalities among market price balances, animal yield performance, labor, etc.

Uncontrolled increases in body measurements of Zavot calves for birth can cause several adverse consequences, including be short commercial life of the animal, increase in calf mortality, potential dangers for animal health, and sustainable not breeding of the breed in line with standards. Yet, breeders desire still calves to have high birth weight and large body measurements. Unfortunately, it wasn't accounted for, generally, all requirements of calves such as giving enough milk, concentrate and space allocation to complete their development by breeders. The findings for Zavot calves' birth period were similar to studies made with some indigenous breeds or not. Nearly the same values for birth weights were reported in Southern Anatolian Red cattle (Hizli et al., 2018). On the other hand, higher results belonging to Zavot cattle confirmed that there are low birth weight breeds, which included Anatolian Black Cattle (Sakar and Zülkadir, 2018) and Eastern Anatolian Red cattle (Akbulut and Ulutas, 1994; Ulutaş et al., 2002), respectively. Hossain et al., (2017) reported, as different from the results of this study, the value of the birth weight for Zebu cattle under hot and humid temperatures in the Mymensingh district as lowly. Ali et al., (2018) evaluated the exclusive characteristics of breeds of Bhag Nari cattle prevailing in different parts of Pakistan and observed to be 21.74 ± 3.70 kg the birth weight. It was reported birth weights for Friesian x indigenous, Sahiwal x indigenous, Sindhi x indigenous and pure indigenous as 22.52 ± 0.32 , 22.19 ± 0.35 , 20.16 ± 0.86 , and 17.0 ± 0.36 respectively by Rokonzaman et al., (2009). Body condition score and body weight are vital in 3 months of age for growth and development, especially for indigenous animals in extensive breeding. For breeders to benefit lifetime from these animal, feeding style must realize the context within which this age is necessitate.

BW is an important breed character. This character was also calculated based on different regression models as with actual measurements depending on some purposes. The use of a regression model for 3 mo old and adult animals in the present study facilitated the estimation of body weights along with the studies in the area. In some researches were studied the effectiveness of some regression models (Ulutaş et al., 2002; Willeke and Dürsch, 2002) to estimate with mathematical equations the body weight of

different ages of cattle. These mathematical models had been comparatively applied to the analysis of values for chest girth. The body weight estimate based on the regression model was mostly seen similar for 3 month age weight in models A and B, as desired, and some parameters such as the CV had close ratios in between models. Regression models had useful to explain body weights was estimating, indicating that there must be alternative models determining results in estimating body weight in tough area conditions. Despite some real determination and detection styles (Mwambene et al., 2014; Hossain et al., 2017; Sakar et al., 2020) in body weight determined for adult cattle, mathematical equality-based estimates still have preserved its actuality. Estimate models for Girolando cattle in Brasil by Weber et al., (2020), Zebu and their crosses with Guzerat or Bos Taurus in Senegal by Tebug et al., (2018), Fleckvieh (Simmental crossbred) heifers in Germany by Willeke and Dürsch (2002), Lagune cattle in Southern Benin by Comlan et al., (2017), crossbred beef cattle in Turkey by Ozkaya and Bozkurt (2009) and Holstein-Friesian cattle in Tayland by Mekpariyup et al., (2013) was confirmed the body weight estimate models for adult cattle using in the present study. This character was calculated based on different regression models in crossbred cows in Turkey by Ozkaya and Bozkurt (2009), Girolando cattle in Brasil by Weber et al., (2020), indigenous Baggara bulls in Sudan by Abdelhadi and Babiker (2009), Zebu cattle in Senegal by Tebug et al., (2018) as 460, 473, 266 and 302 kg respectively.

The body measurements for animal 3 month of age has generally declared the role of the genetic structure underlying herd establish. Likewise, the phenotypic variance was assumed to be a good factor of herd establishment, and phenotypic selection to opportunity the provides by the genetic potential (San-Jose and Roulin, 2017). It was reported very useful to achieve a better understanding of breed characteristics in Anatolian Black cattle through the role of certain morphological traits, like weaning age body measurements in enterprises by Sakar et al., (2020). Similar notices were reported for Eastern Anatolian Red cattle by Ulutaş et al., (2002). In the present study, CV ratios were evident in inspected morphologic characters, with body length, heart girth, and height at withers having significantly lower values than the live weight. Present results among some body measurements were confirmed by Soro et al., (2015); Heryani et al., (2016); Said et al., (2017); Putra et al., (2020) who analyzed the data of body length, heart girth, and height at withers for Indonesian Bos indicus cattle breeds, Pasundan cattle at West Java, Baoule cattle in the Pays Lobi of Cote d'Ivoire, Taro White Cattle in Bali, respectively. The result of body length determined in the present study was higher than the results for White Fulani, Sokoto Gudali, Red Bororo, Bornu Kuri, Muturu indigenous breeds as 116.45, 116.03, 111.17, 112.64, 73.55 cm respectively from Nigeria (Oladepo et al., 2018) for Taro White Cattle, 96.58 cm from Bali (Heryani et al., 2016), for Kamrup, Sonitpur, NC Hills cattle, 83.6, 84.7, 82.5 cm respectively, from Assam in India (Kayastha et al., 2011), for Indigenous cattle in West Gojjam Administrative Zones, 115.41cm, from Ethiopia (Tenagne et al., 2016) and for Achai cows in sedentary farming system and transhumant farming system 112.2, 116.1 cm respectively, from Pakistan (Saleem et al., 2013). The body measurements were also found to similar results to body length results for heart girth and height at withers in carried out studies. It was reported that wither height and heart girth, 130.3, 83.2 cm

respectively for White Fulani cattle (Oladejo et al., 2018), 111.96, 121.17 cm respectively, for Taro White Cattle in Bali (Heryani et al., 2016), 91.9, 113.1 cm respectively for indigenous cattle of Assam (Kayastha et al., 2011), 114.5, 146 cm respectively, for indigenous cattle populations in West Gojjam Administrative Zones in Ethiopia (Tenagne et al., 2016) by the researchers. Mwambene et al., (2014) selected based on some body measurements for improving dairy production in the Southern Highlands and Eastern Tanzania, and the values were reported height at withers, body length and heart girth 93, 97.6, 146 cm respectively.

One of the most important characters for Zavot breed is the component of milk contributing to provide sustainability of all traits affecting genetic resource and yield. Thus, from Zavot' milk had been produced a quality kashar and gruyere cheese in the previous period, but also, was exported to other countries that depend on production amount, primarily Czarist Russia (Üresin, 1936; Batu, 1955). Milk contents were determined that reared in Bloemfontein region of South Africa for Boran, Nguni, Tuli, Afrikaner, Bonsmara and Drakensberger cattle breeds protein, fat and dry matter ratio, 3.61, 2.68, 8.34; 2.96, 4.18, 9.44; 3.02, 2.01, 9.74; 3.16, 3.79, 8.95; 3.20, 3.76, 9.6 and 3.26, 3.63, 9.14, respectively by Myburgh et al., (2012). In a comparison of the fat ratio of this study with the Afrikaner, Bonsmara and Drakensberger breeds showed similarity, but also for protein ratio with all breeds. Kebede, (2018) analyzed milk from Eastern Ethiopia cattle breeds such as Ogaden and reported highly significant differences from this research results. This study, compared to study based on milk content on Norwegian Red X Friesian, Norwegian Red X Guernsey, and Norwegian Red X Jersey; Holstein X Norwegian Red and Norwegian Red X Holstein; Norwegian Red X Zebu and Norwegian Red X N'Dama and Zebu X GIR, Zebu X Norwegian Red, and Zebu X Holstein by Cheruiyot et al., (2018) was indicated high similarity. On the other hand, results similar to those obtained in this study were reported by Hirwa et al., (2017) except for fat content whose ratio was lower (2.80 %) in Inyambo-Friesian. As a result, it was concluded that, genetic potential and environmental factors might be efficient in productive and body measurements performance.

Conclusion

There is a need to intensify the conservation efforts, to identify breed characters, and to raise awareness in the public for Zavot one of the indigenous cattle reared in the Northeastern Anatolian Region. The Zavot cattle, which were heavily crossed with some exotic breeds, were nearly extinct. Morphometric traits are credible factors in differentiating cattle based on descriptive traits of the breed, the results obtained in this study can guide in proper identification of Zavot cattle breeds. The most dominant coat color in Zavot cattle was light tone weighted and frequently observed coat color type being white, blondish and they' tones. The majority of the animals have horns. Chest girth was one of the most important linear body measurement factors to estimate body weight. It has been determined that there are some differences between the results of other studies and this study in terms of body measurements and body weights.

Acknowledgements

This manuscript is inspired by Protection and Sustainable Use of Native Genetic Resources Project. The authors wish to acknowledge The General Directorate of Agricultural Research and Policies and The Eastern Anatolian Agricultural Research Institute for their supports.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

Author's Contributions

The first author took part in all stages of study. Other authors have contributed in the necessary areas.

References

- Abdelhadi OMA., Babiker SA. Prediction of Zebu cattle live weight using live animal measurements. *Livestock Research for Rural Development* 2009; 21: 1-9.
- Akbulut Ö., Ulutas Z. Doğu Anadolu Kırmızısı sığırlarında büyüme ve gelişme özellikleri. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 1994; 4: 107-109.
- Ali I., Tariq MM., Waheed A., Yousafzai. Exclusive characteristics of the Bhag Nari Cattle among the other Indigenous cattle breeds of Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology* 2018; 50: 1979-1982.
- Alpan O. Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. I. Basım. *Medisan Yayın No: 3*. 1990.
- Anonim. Kars Kent Rehberi. 2008.
- Anonim. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İllere Ait Genel İstatistik Verileri, 2019. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ARDAHAN> (Erişim Şubat 12, 2021).
- Anzures-Olvera F., Veliza FG., de Santiago A, Gargia JE., Mellado J., Macias-Ceuz U., Avendano-Reyes L., Mellado M. The impact of hair coat color on physiological variables, reproductive performance and milk yield of Holstein cows in a hot environment. *Journal of Thermal Biology* 2019; 81: 82-88.
- Batu S. Türkiye’de yetiştirme çalışmaları ve yetiştirme kurumları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Yayın no: 74, Çalışmalar: 42, AÜ Basımevi, 1955.
- Bertipaglia ECA., Silval RG., Maia ASC. Fertility and hair coat characteristics of Holstein cows in a tropical environment. *Animal Reproduction* 2005; 2: 187-194.
- Cavalcanti LCG., Moraes JCF., de Faria DA., McManus CM., Nepomuceno AR., Hoff de Souza CJ., Caetano AR., Paiva SR. Genetic characterization of coat color genes in Brazilian Crioula sheep from a conservation nucleus. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 2017; 52: 615-622.
- Cheruiyot EK., Bett RC., Amimo JO, Mujibi FDN. Milk composition for admixed dairy cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics* 2018; 9: 1-12.

- Comlan ABG., Steve AJ., Ibrahim AT. Use of body measurements to estimate live weight of Lagune cattle in southern Benin. *The Saudi Journal of Life Sciences* 2017; 2: 23-32.
- Deveci Bozkuş Y. Ermenistan'ın demografik yapısı ve Ermenistan'da azınlıklar. *Ermeni Araştırmaları*, 3 Aylık Tarih. *Politika ve Uluslararası İlişkiler Dergisi* 2006; Sayı 23-24.
- Ertuğrul M., Akman N., Dellal G., Goncagül T. Hayvan gen kaynaklarının korunması ve Türkiye hayvan gen kaynakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği 5. Teknik Kongresi* 2000; 2: 285-300, Ankara.
- Fontanesi L., Scotti E., Russo V. Analysis of SNPs in the KIT analysis of SNPs in the KIT gene of cattle with different coat colour patterns and perspectives to use these markers for breed traceability and authentication of beef and dairy products. *Italian Journal of Animal Science* 2010; 9: 217-221.
- Fontanesi L., Dall'Olio S., Beretti F., Portolano B., Russo V. Coat colours in the Massese sheep breed are associated with mutations in the agouti signalling protein (ASIP) and melanocortin 1 receptor (MC1R) genes. *Animal* 2011; 5: 8-17.
- Gracner D., Gilligan G., Garvey N., Moreira L. Correlation between the milk vein internal diameter surface and milk yield in Simmental cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2015; 39: 741-744.
- Heryani LGSS., Wandia IN., Suarna IW., Puja K. Morphometric characteristics of the Taro White Cattle in Bali. *Global Veterinaria* 2016; 16: 215-218.
- Hirwa CD., Kugonza DR., Murekezi T., Rwemarika JD., Kayitesi A., Musemakwer A., Shabayiro JP., Shumbusho F., Manzi M., Safari T. Management and phenotypic features of indigenous cattle in Rwanda. *International Journal of Livestock Production* 2017; 8: 95-112.
- Hizli H., Ayasan T., Isik A. Growth performance and survival rate of Southern Anatolian Red calves. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 2018; 8: 591-595.
- Hossain MA., Khan MAS., Hashem MA. Phenotypic and production performance of indigenous zebu cattle (*Bos indicus*) under hot and humid temperature in Mymensingh district. *International Journal of Natural and Social Sciences* 2017; 4: 49-57.
- İlaslan M., Okan AE., Koç A., Akçay H. Various characteristics of Zavot and Swiss-Brown x Zavot F₁, Simmental x Zavot F₁ cross-breed. *Animal Production* 1998; 38: 1-7.
- Kayastha RB., Zaman G., Goswami RN., Haque A. Physical and morphometric characterization of indigenous cattle of Assam. *Open Veterinary Journal* 2011; 1: 7-9.
- Kebede E. Effect of cattle breed on milk composition in the same management conditions. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences* 2018; 28: 53-63.
- Mekpariyup J., Saithanu K., Arunkeeree N. Estimation of body weight of Holstein-Friesian cattle with Multiple Regression Analysis. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics* 2013; 44: 2-7.
- Mwambene PL., Chawala A., Illatsia E., Das SM., Tungu B., Loina R. Selecting indigenous cattle populations for improving dairy production in the Southern Highlands and Eastern Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 2014; 26: 1-14.

- Myburgh J., Osthoff G., Hugo A., Nel K. Comparison of the milk composition of free-ranging indigenous African cattle breeds. *South African Journal of Animal Science* 2012; 42: 1-14.
- Oladebo AD., Ogunsipe MH., Ayoola MA., Balogun TB. Morphometric attributes and differentiation of selected indigenous cattle breeds in Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Science* 2018; 20: 11-16.
- Ozkaya S., Bozkurt Y. The accuracy of prediction of body weight from body measurements in beef cattle. *Archiv Tierzucht* 2009; 52: 371-377.
- Prabhakar A., Rashid SA., Tomar AKS., Ph R. Effect of coat characteristics on milk production and milk composition traits in Tharparkar cattle. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2018; 6: 939 - 941.
- Putra WPB., Hilmawan F., Arifin J. Characterization in two Indonesian *Bos indicus* cattle breeds based on morphometrical measurements. *Turkish Journal of Veterinary Research* 2020; 4: 29-32.
- Rokonuzzaman M., Hassan MR., Islam S., Sultana S. Productive and reproductive performance of crossbred and indigenous dairy cows under smallholder farming system. *Journal of the Bangladesh Agricultural University* 2009; 7: 69-72.
- Said S., Bayuputra WP., Anwar S., Agung PP., Yuhani H. Phenotypic, morphometric characterization and population structure of Pasundan cattle at West Java, Indonesia. *Biodiversitas* 2017; 18: 1638-1645.
- Sakar ÇM., Zülkadir U. Relations between birth weight and some body measurements in Anatolian Black Cattle calf grown in breeding conditions. *Selcuk Journal Agricultural Food Sciences* 2018; 32: 469-474.
- Sakar ÇM., Ünal İ., Okuroğlu A., Coşkun Mİ., Zulkadir U. Prediction of live weight from chest girth from birth to 12 months of age in Yerli Kara Cattle. *Black Sea Journal of Agriculture* 2020; 3: 200-204.
- Saleem M., Rahim I., Jalali S., Ruef H. Morphological characterization of Achai cattle in sedentary and transhumant systems in Pakistan. *Animal Genetic Resources* 2013; 52: 83-90.
- San-Jose LM., Roulin A. Genomics of coloration in natural animal populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2017; 372: 1-13.
- Soro B., Sokouri PD., Dayo GK., N'guetta ASP., Yapi-Genaore CV. Morphometric and physical characteristics of Baoule cattle in the "Pays Lobi" of Cote d'Ivoire. *Livestock Research for Rural Development* 2015; 27: 124-126.
- SPSS. Statistical Package for the Social Sciences. SPSS. 2001; Inc., 444 Michigan Avenue, Chicago, IL 60611.
- Tebug SF., Missohou A., Sabi SS., Juja J. Using body measurements to estimate live weight of dairy cattle in low-input systems in Senegal. *Journal of Applied Animal Research* 2018; 46: 87-93.
- Tenagne A., Mekuriaw G., Kumar D. Phenotypic characterization of indigenous cattle populations in West Gojjam Administrative Zones, Amhara National Regional State, Ethiopia. *Journal of Life Science and Biomedicine* 2016; 6: 127-138.

- Tilki M., Çolak M., İnal Ş., Çağlayan T. Effects of teat shape on milk yield and milking traits in Brown Swiss Cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2005; 29: 275-278.
- Türkdoğan O. Kars'ta Bir Etnik Grup. Malakanlar'ın Toplumsal Yapısı. IQ Kültür Sanat Yayıncılık. 1. Baskı. 2005.
- Ulutaş Z., Saatçi M., Özlütürk A. Prediction of body weight from body measurements in East Anatolian Red calves. *Indian Journal of Animal Science* 2002; 72: 878-881.
- Üresin ER. Kars sütçülüğü hakkında tetkikler. T.C. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Sayı: 14, 1936, Ankara.
- Weber VAM., Weber FL., Costa Gomes R., Junior AO. Prediction of Girolando cattle weight by means of body measurements extracted from images. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2020; 49: 1-11.
- Willeke H., Dürsch T. Prediction of the body weight of Simmental heifers using heart girth measurements. *Arch Tierzucht, Dummerstorf* 2002; 45: 23-28.
- Yüksel S. Zavot İneklerde laktasyon eğrisi özelliklerine bazı çevresel faktörlerin etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2019; 9: 1808-1818.
- Yüksel S. Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) sığır ırkının yöresel durumu ve yetiştirme yöntemlerinin bazı ırk karakterlerine etkisi üzerine bir çalışma. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2019; 59(2): 64-71.

Yer Fıstığı Tohum Kabuğu Kullanarak Geleneksel Yöntemlerle Yünün Doğal Boyanması

Halil ÖZDEMİR^{1*}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Tekstil Giyim Ayakkabı ve Deri Bölümü, 80000, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8575-7317>

*Sorumlu yazar: halilozdemir@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 18.02.2021

Kabul tarihi: 30.04.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Yer fıstığı kabuğu

Doğal boyama

Ekstraksiyon

Renk ölçümü

Haslık

ÖZET

Baklagiller (Fabaceae) familyasından olan yer fıstığı Türkiye’de en çok Osmaniye ve Adana illerinde yetiştirilmekte ve tarımsal üretimin yanında ticaret ve sanayiye katkısı açısından Osmaniye’nin en önemli tarım ürünü konumundadır. Üretilen yer fıstığının büyük bölümü kuruyemiş olarak tüketilse de özellikle fıstık yağı, fıstık ezmesi, şekerleme ve tatlıcılıkta katkı maddesi olarak gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında, yer fıstığının tohum kabuğunda bulunduğu tespit edilen antosiyanin (siyanidin) boyarmaddesinin doğal boyamacılıkta kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda ilk önce ham ve kavrulmuş fıstık kabukları tedarik edilmiş, daha sonra kabuklar temizlenmiş, öğütülmüş ve ekstrakte edilmiştir. Elde edilen boyarmadde ile Karatepe Kilim Kooperatifi’nde yün çile ipliklerin doğal boyanması şap mordanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Boyanmış numunelerin spektrofotometrik renk değerleri tespit edilmiştir. Boyalı kumaşlara sürtünme, yıkama ve ışığa karşı renk dayanımlarını tespit edebilmek için haslık testleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Doğal boyamalar sonucunda, fıstık kabuğundan genel itibariyle kahverengi tonlarında renkler elde edilmiş, haslık testleri sonucunda da kullanım açısından kabul edilebilir sınırların üzerindeki değerlere ulaşılmıştır. Sonuç olarak fıstık iç kabuğunun tekstil terbiyesinde ve özellikle doğal boyamacılık alanında rahatlıkla kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Natural Dyeing of Wool with Traditional Methods using Peanut Seed Shell

Research Article

Article History:

Received: 18.02.2021

Accepted: 30.04.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Peanut skin

Natural dyeing

Extraction

Color measurement

Fastness

ABSTRACT

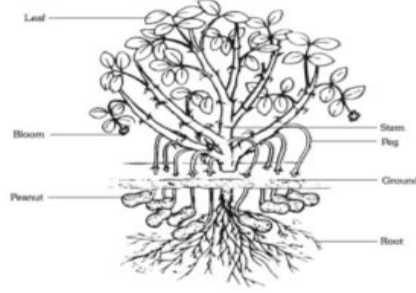
Peanut that is leguminous (Fabaceae) plant is grown in most Osmaniye and Adana in Turkey. It is the most important agricultural product of Osmaniye due to trade and industrial contribution. Most of the produced ground peanuts are consumed as snacks, but they are also used in the food industry as additives in peanut oil, peanut butter, confectionery and desserts. In this study, the usability of anthocyanin (cyanidin) dyestuff found in peanut seed shell in natural dyeing was investigated. In this context, raw and dried peanut skins were supplied firstly, then the skins were cleaned, ground and extracted. As the first stage of dyeing, wool hank yarns were dyed with traditional techniques in Karatepe Kilim Cooperative and it was used mordant (şap) for dyeing. The color analyzes were made for the dyed samples in the spectrophotometer and the results were evaluated. The fastness tests were performed in order to determine the color resistance of rubbing, washing and light to dyed hanks. As a result of natural dyeing, brown and shades of colors were obtained from peanut shell. According to fastness tests, the values are above acceptable values. As a result, it has been revealed in our project that peanut skins can be used easily in textile finishing and especially in natural dyeing.

Giriş

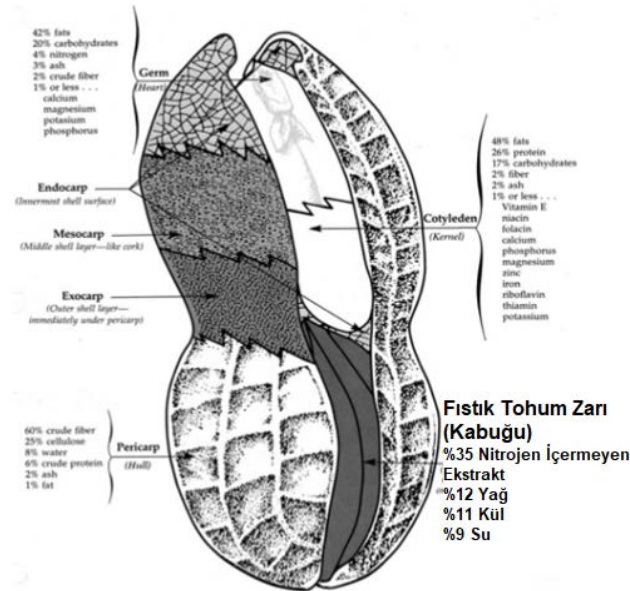
Baklagiller (Fabaceae) familyasından yer fıstığı (Şekil 1) Türkiye’de en çok Osmaniye ve Adana illerinde yetiştirilmekte ve tarımsal üretimin yanında ticaret ve sanayiye katkısı açısından Osmaniye’nin en önemli tarım ürünü konumundadır. Üretilen yer fıstığının büyük bölümü kuruyemiş olarak tüketilse de özellikle fıstık yağı, fıstık ezmesi, şekerleme ve tatlıcılıkta katkı maddesi olarak gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Bitki, tohumlarında %45-60 oranında yağ, %20-30 oranında protein, %18 oranında karbonhidrat, vitaminler ve madensel maddeler içermektedir (Şekil 2). Yerfıstığı kabukları; sunta yapımında, yem dolgu maddesi olarak, mantar yetiştiriciliğinde, yakacak olarak, odun yapımında dolgu maddesi olarak, yapay kömür yapımında, sığır yetiştiriciliğinde kaba yem olarak, kümes hayvancılığında altlık ve malç olarak ve kabuğu da karbonize edilmek suretiyle adsorban elde etmek üzere kullanılabilen değerli bir bitkidir (Zeren, 2015; Nazia, 2015)

Doğal boyalar, gıda ve deri sektöründe renklendirme amaçlı kullanımının yanı sıra, tarih öncesi çağlardan beri yün ve ipek gibi doğal protein elyaflarının renklendirilmesinde kullanılmaları ile bilinmektedir. Doğal boyarmaddeler, doğada bazı bitkiler, böcekler ve mantarlar tarafından sentezlenen renkli maddelerdir ve doğal tekstil boyarmaddeleri ise çoğunlukla bitkilerden elde edilmektedir. Gerek Orta Asya ve gerekse Anadolu, tarih boyunca bitki boyalarının daima bulunduğu ve yetiştirildiği coğrafi bir konumdadır. Türklerdeki boyacılık sanatının Türk Kilim ve Halıcılığı gibi Türk medeniyeti kadar eskiye dayanmaktadır. 19. yüzyılın ikinci yarısında bazı boyarmaddelerin kimyasal olarak sentez edilmesi sonucunda doğal boyarmaddelerin kullanımı giderek azalmıştır. 20. yüzyılın ilk çeyreğinde ve sonrasında doğal boyamacılık ortadan kalkma noktasına gelmiştir. Ancak 1980’lerden sonra tekstil terbiye işletmelerinde kullanılan bazı sentetik boyarmaddelerin ve pigmentlerin toksik ve kanserojen özellikleri ile insan sağlığını tehdit etmesi ve çevre kirliliğine neden olmalarının farkına varılmasıyla, doğal boyarmaddelerin kullanımlarını yeniden gündeme getirmiştir. Bu sebeple, biyolojik olarak parçalanabilirliği, toksik (zehirli) olmaması, insan sağlığı ve atık su kontaminantı için herhangi bir sorun oluşturmaması nedeniyle doğadaki bitkilerden elde edilen doğal boyarmaddelerin kullanımı artmaya başlamıştır (Osman ve El-Zaher, 2011; Canpolat ve ark., 2013; Dayıoğlu ve ark., 2015)

Osmaniye ili ve çevresinde tarım ve gıda endüstrisinde büyük paya sahip olan yer fıstığı tohumunun kabuğu hem fıstık yağı hem de kabuksuz fıstık üretiminde kabuk kırma ve ayırma işlemi ile atık haline gelmektedir. Yerfıstığının yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspede protein ve diğer maddelerin yanı sıra, doğal boyarmadde içeren yer fıstığı zar kabuğu bulunmaktadır. Ayrıca, iç fıstık eldesinde kabuk kırma ve ayırma işlemi sırasında oluşan atık fıstıklarda önemli oranda doğal boyarmadde içeren fıstık kabuğu zarı bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında atık yer fıstığı kabuk zarlarının ekstraksiyonuyla elde edilecek doğal boyarmadde ile çile halinde yün iplikler Potasyum Alüminyum Sülfat (şap) mordan maddesi kullanılarak klasik boyama metoduna göre (geleneksel yöntem) boyanmış, elde edilen renkler spektrofotometrik olarak değerlendirilmiş ve bazı haslık özellikleri belirlenmiştir.



Şekil 1. Fıstık bitkisi (*Arachis hypogaea*), toplandıktan sonra tohum zarfı (kapsül/kabuk) (Nazia, 2015; Zeren, 2015)



Şekil 2. Yer fıstığının kimyasal bileşenleri (Nazia, 2015)

Önceki Çalışmalar

Fıstık İç Kabuğu ile Yapılan Çalışmalar

Stansbury ve arkadaşları fıstık çekirdeklerinin % 2.0 ila 3.5'ini temsil eden kırmızı kabuklarında renk varlığına katkıda bulunacak tanen ve ilgili pigmentleri içerdiğini tespit etmiştir. Çalışmalarında, yer fıstığı çekirdeklerinin kırmızı kabuklarının "catechol" tipi tanen içerdiğini ve kabuklardan çok daha küçük miktarlarda flobafen ve "löko-anthocyanic chromogen" adı verilen maddeler izole edilmiş ve flavonoik bir pigment izi varlığına dair bazı kanıtlar elde edilmiştir. Tanenin alkollü hidroklorik asit ile analizi sonrasında suda çözünür kırmızı bir pigment elde edilmiştir. Tanen ve ilgili pigmentlerin karakteri üzerine yapılan bazı araştırmaların sonuçları bulunmaktadır (Stansbury ve ark., 1950)

Kryz, yer fıstığının kabuğunda pigmentasyon araştıran ilk araştırmacı olarak bilinmektedir. Kabuktan sıcak su, alkol ve diğer çözücülerle kırmızımsı kahverengi bir doğal boyarmadde ortaya çıkarmıştır (Kryz, 1922). Robinson ve arkadaşları, çeşitli kalitatif testlere dayanarak fıstık kabuğunun siyanidin'e dönüştürülebilir löko-1 antosiyanin açısından zengin olduğunu bildirmiştir (Robinson ve ark., 1933). Tayeau ve Hasquelier ise yer fıstığı tohumu kabuğunda tanen, "phlobaphene", "leuco-anthocyanic chromogen" ve flavanon pigmentleri varlığını tespit etmişlerdir (Tayeau ve Hasquelier, 1948).

Chhipa ve arkadaşları çalışmalarında, yer fıstığı tohumu kabuğundan elde edilen doğal boyarmadde ile, bakır sülfat mordanı kullanarak pamuk, keten, jüt, pamuk/jüt, ipek, saten ve polyester esaslı çeşitli dokuma kumaşlar farklı renk konsantrasyonlarında renklendirilmiş, doğal boyama sonrası yıkama, sürtünme ve ışık haslığı testleri yapılmıştır. Kahverengi, yeşil ve tonlarında renkler elde edilmiş, pamuk ve keten başta olmak üzere kumaşların yüksek haslık değerleri gösterdiği belirtilmiştir (Chhipa ve ark., 2017a).

Chhipa ve arkadaşları diğer benzer bir çalışmalarında ise, %100 pamuklu kumaşlar, demir sülfat, alüminyum sülfat ve bakır sülfat mordanları kullanılarak boyamadan önce, sonra ve birlikte mordanlama teknikleri uygulanarak yer fıstığı kabuğundan ekstrakte edilmiş doğal boyarmadde ile farklı konsantrasyonlarda boyanmış ve akabinde haslık testleri uygulanmıştır. Sonuçta, bakır sülfat mordanı ile yeşil ve tonlarında, demir sülfat mordanı ile kahve/sarı tonlarında ve alüminyum sülfat mordanı ile ise pembe tonlarında renkler elde edilmiştir. K/S (color strenght) ve haslık değerleri açısından demir sülfat mordanı ile yapılan ön mordanlamanın en iyi sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir (Chhipa ve ark., 2017b).

Huang ve arkadaşları çalışmalarında yer fıstığı tohumu kabuğunun antioksidan aktivitesi ve antioksidan bileşenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Fıstık tohumu kabuğunun antioksidan aktivitesi, linoleik asit model sisteminde ferrik tiyosiyanat yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırılan organik çözücüler arasında, fıstık tohumu kabuğunun etanol ekstraksiyonları, diğer organik çözücülerden daha yüksek verim ve daha güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Huang ve ark., 2003).

Yer Fıstığı Konusunda Yapılan Bazı Çalışmalar

Arıoğlu çalışmasında, yer fıstığının Rosales takımından, Leguminosae familyasından ve Arachis cinsinden tek yıllık bir bitki olduğunu, kültürü yapılan yer fıstığı çeşitleri Arachis hypogaea L. türü içerisinde yer aldığını belirtmiştir. Yer fıstığının meyve kabuğu, testa ve tohum olmak üzere üç ana kısımdan oluştuğunu, dünyada ve ülkemizde yetişen yer fıstıklarının Virginia, Spanish ve Valencia olarak üç grupta toplandığını, ülkemizde de Virginia kökenli yarı yatık formu yer fıstıkları yaygın olarak yetiştirildiğini bildirmişlerdir. Yer fıstığında ortalama olarak %25 protein, %46 yağ, %16 karbonhidrat ve %5 mineral madde bulunduğunun yanı sıra, önemli oranda B vitamini ve az miktarda A, C, D ve E vitaminleri içerdiğini tespit etmişlerdir. Yer fıstığının büyük bölümünün çerezlik olarak tüketildiğine ancak yer fıstığı fıstık ezmesi üretiminde, şekerleme ve tatlıcılıkta katkı maddesi olarak da kullanıldığına da işaret edilmiştir. Şekli uygun olmayan, hasat ve depolama sırasında zarar görmüş, uygun olmayan depolama koşullarında küflenmiş doğrudan tüketime uygun olmayan fıstıklardan da fıstık yağı çıkarıldığı belirtilmiştir (Arıoğlu, 1999).

Bozdoğan ve arkadaşları çalışmalarında, fıstık ve fıstıktan elde edilen ürünlerin kalitesi, fıstığın tarladan tüketime kadar geçen süreçlerde hasat, kurutma, işleme, depolama ve taşıma gibi çeşitli faktörlerinden etkilendiğini ve bu aşamalarda fıstığa küf bulaşması sonucu aflatoksin oluştuğunu ve oluşan aflatoksinler tüketicinin sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşabildiği vurgulamışlar. Deneysel çalışmalarında, Osmaniye ilinde üretilen, çeşitli nedenlerle zarar görmüş, şekil, boyut ve tat bakımından tüketime uygun olmayan yer fıstıklarında muhtemel aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 toksinlerinin standartlara uygunluğunu incelemişlerdir. Buna ek olarak, bu fıstıklardaki aflatoksinlerin (AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2) fıstık yağına geçişi araştırılmış ve elde edilmiş bulgulara göre yer fıstığından, fıstık yağına toksin geçişinin olmadığı üretim yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır (Bozdoğan ve ark., 2017).

Zeren çalışmasında Osmaniye bölgesinde yetişen yer fıstığı tohumlarından enzimatik sulu ekstraksiyon yöntemi ile yağ elde edilmesi üzerine denemeler yapmıştır. Alkalaz enzimi kullanılarak yürütülen deneylerde, optimum çalışma koşulları ve maksimum yağ verimini belirlemek amacıyla ortam pH' ı, gram tohum başına kullanılacak enzim miktarı, inkübasyon zamanı ve sıcaklık parametreleri incelenmiştir (Zeren, 2015).

Kırıcı ve arkadaşları çalışmalarında, Adana ve çevresinde doğal florada bulunan kilim ve halı dokumasında kullanılan doğal boya bitkileri belirlenmiştir. Kadirli, Feke ve Aladağ'da yapılan arazi çalışmalarında bitkisel boya olarak kullanılan ve kullanılabilir 29 familyada 37 bitki türü tespit edilmiştir. Toplanan bitkilerde saptanan toplam boyarmadde oranlarının %1,5-10 arasında değiştiği ve mordan kullanılarak yapılan doğal boyamalarda yüksek ışık haslık değerlerine ulaşıldığı saptanmıştır (Kırıcı ve ark., 2002).

Dış Kabuk ile Boya Adsorpsiyon Çalışmaları

Literatürde yer fıstığı bitkisinin dış kabuğundan elde edilen tozun özellikle boya adsorpsiyon özelliklerinin araştırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalara örnekler verecek olursak; Nadi ve

arkadaşları fıstık kabuğu tozunun doğal bir adsorban olarak bazı reaktif boyaların (Yeşil 19, Turuncu 16 ve Sarı 14) sulu çözeltilerden uzaklaştırılmasına olan etkisini araştırmıştır. Bulgulara dayanarak, fıstık kabuğu tozunun sulu solüsyondan reaktif boyaların uzaklaştırılmasına yönelik düşük maliyetli, doğal bir adsorban olarak kullanılabilceğini ortaya koymuşlardır (Nadi ve ark., 2012).

Gong ve arkadaşları çalışmalarında, metilen mavisi, parlak kresil mavisi, nötr kırmızı, mor, gün batımı sarı ve yeşil olmak üzere altı adet boyayı adsorbe etmek için fıstık gövdesinin biokütlesindeki üç ana fonksiyonel grup (amino, karboksil ve hidroksil grubu) tarafından oynanan roller araştırılmıştır. Sonuçta, karboksil grubunun anyonik boyaların adsorpsiyonunu inhibe ettiği ancak katyonik boyaların adsorpsiyonunda ana fonksiyonel grup olduğu, hidroksil grubunun ise araştırılan altı boyanın adsorpsiyonunda önemli fonksiyonel grup olduğu ve amino grubunun metilasyonunun etkisinin anlamlı olmadığı bulunmuştur (Gong ve ark., 2005a). Gong ve arkadaşlarının diğer bir çalışmalarında ise sulu çözeltiden üç katyonik boyanın (metilen mavisi, parlak kresil mavisi ve nötr kırmızı) uzaklaştırılması için yer fıstığı kabuk partikülünün potansiyel fizibilitesi araştırılmıştır. Sonuçlar, yer fıstığı kabuğunun boya atık sularından katyonik boyaları uzaklaştırmak için kullanılabilceğini göstermiştir. Yer fıstığı bileşimi, toprağa, iklime, çeşide göre önemli değişiklik göstermektedir (Gong ve ark., 2005b).

Yukarıda verilen literatür çalışmalarına bakıldığında, konuyla ilgili dünyada az sayıda bilimsel çalışma bulunsa da ülkemizde yer fıstığı tohum kabuğundan (zar) doğal boyarmadde ekstraksiyonu ve elde edilen renk maddelerinin tekstil ürünlerinde uygulanması ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan araştırma ülkemizde yer fıstığının çerezlik ya da yağ amaçlı kullanımı sonrasında oluşacak bir gıda atığının tekstil doğal boya sektöründe kullanımı konusunda yapılmış ilk makale çalışmasıdır.

Bu çalışmada, yer fıstığı kabuğu zarının geleneksel yöntemlerle ekstraksiyonu sonucunda elde edilecek doğal boyarmadde, Karatepe Kilimlerinde kullanılacak %100 yün atkı ipliklerinin boyanmasında kullanılmıştır.

Materyal ve Metot

Osmaniye’de bulunan fıstık işletmelerinden ham ve kavrulmuş olarak tedarik edilen fıstık kabuklarının ilk önce güneşte bekletilip üzerindeki neminin giderilmesi sağlanmış daha sonra kabaca elekten geçirilerek fıstık haricindeki maddelerden arındırılmıştır. Temizlenmiş ve güneşte bekletilmiş kabuklar, Karatepe Kilim Kooperatifi’ndeki yapılacak doğal boyama için kullanılmıştır.

Fıstık kabuklarından ekstrakte edilen doğal boyarmadde, kilim dokuma işleminde atkı ipliklerinin boyama işleminde kullanılmış, bunun için Doğu Akdeniz Bölgesi menşeli koyunların yünlerinden eğrilmiş %100 straygarn yün ipliklerinden (Nm 4/2, 256 t/m) 400 g ağırlığında çile iplikleri hazırlanmış ve boyama öncesi sudan geçirilerek ıslatılmış ve kabaca temizlik işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir taraftan da fıstık kabukları boyanma özelliği göstermeyen polipropilen çuvalara doldurulmuştur (Şekil 3).



(a)



(b)



(c)

Şekil 3. a) Çile halindeki yün ipliği, b) Doğal boyamada kullanılacak fıstık kabukları c) Çilelerin ıslatılması ve kaba temizlik (boyama öncesi hazırlık)

Boyama için aşağıda özetlenen proses uygulanmıştır;

500 lt hacmindeki krom kazanın içine 250 lt su konulmuş (1:25 flotte oranında), yaklaşık 10 kg fıstık kabuğu bulunan çuval içinde bulunduğu kazan, altına konulan odun parçalarının yakılması ile kaynatılmıştır (Şekil 4). Bir (1) saat süresince kaynatma ile fıstık kabukları bulundurduğu doğal boyarmaddeyi kazana bırakmış ve doğal (geleneksel olarak) ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.



(a)



(b)

Şekil 4. a) Krom kazanın boyamaya hazırlanması için odunlarla ısıtma işlemi b) Fıstık kabuklarının kazana koyulması

Daha sonra kaynayan kazanın içerisine önceden ıslatılmış ve fazla suyu alınmış çileler konulmuştur. Kazan içerisindeki çilenin boyanması da 1 saatte tamamlanmıştır. Boyama sırasında sıyrıklar kullanılarak belirli periyotlarla karıştırma işlemi yapılmış ve boyama esnasında haslık değerlerinin iyileştirilmesi

amacıyla suda eritilmiş Potasyum Alüminyum Sülfat (Şap) ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) (% 5) mordan olarak kullanılmıştır (Şekil 5).



(a)



(b)



(c)

Şekil 5. a) Kazan içerisinde kabuk dolu çuvalların kaynatılması b) Çilelerin kazana yerleştirilmesi, c)Mordan maddesi olarak Potasyum Alüminyum Sülfat ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) çözeltisi hazırlanması

Doğal boyama sonrasında çilelerin sıkılarak fazla suyu uzaklaştırılmış ve güneşte kurumaya bırakılmıştır (Şekil 6). Sonuçta kavrulmuş fıstık kabuğu kullanılarak yapılan doğal boyama ile kıvrıla çalan kahverengi tonlarındaki renk elde edilirken, ham fıstık kabuğu kullanılarak yapılan doğal boyama ile ise açık kahverengi tonlarındaki renk elde edilmiştir (Şekil 7).



a)



b)



c)

Şekil 6. a) Fıstık kabuklarının kaynatma sonrası süzülmesi, b) Çilelerin kazandan çıkarılması ve boyama işleminin tamamlanması, c) Çilelerin süzülmesi ve açık havada kurutulması



Şekil 7. Fıstık tohumu kabuğu ile boyanmış yün iplikleri (Soldan sağa; Ham fıstık kabuğu ve Kavrulmuş fıstık kabuğu)

Çile halinde boyanmış ipliklerin haslık testlerinin daha kolay yapılabilmesi için standartlara uygun ebatlarda numune örgü kumaşlar oluşturulmuştur.

Spektrofotometrik Renk Ölçümü

Boyanmış ipliklerin renk koordinatlarının belirlenmesi için Minolta CM 3600 D model spektrofotometre (Şekil 8) ile 400-700 nm dalga boyu arasında, D65/10° ışık kaynağında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometre cihazında renk ölçümleri yapabilmek için yüzey oluşturmak gerekmektedir. Bundan dolayı boyanmış iplikler Şekil 7'de de görüleceği üzere karton kartlar (kartela) üzerine yüzeyi kapatacak şekilde hassas bir biçimde sarılmıştır. Boyama kuvveti olarak değerlendirilen K/S (Color Strength) değerleri Kubelka Munk (1) eşitliğine göre hesaplanmıştır. Ölçümlerde hatayı minimize etmek ve en doğru renk değerlerini tespit etmek amacıyla kartelalara sarılmış numunelerinin farklı bölgelerinden ölçümler alınmış (min. 5 ölçüm) ve ortalamalar değerlendirilmiştir.

$$K/S = (1 - R^2) / 2R \quad (1)$$

Eşitlikte K; ışık absorpsiyonu ile ilgili bir sabit olup, çoğunlukla boyarmaddeye bağlıdır. S; ışık saçılımı (yansıması) ile ilgili bir sabit olup, sadece tekstil materyaline bağlıdır. R ise maksimum ışık absorpsiyonunun dalga boyunda (400 nm) ölçülen boyalı numunenin yansıma değeridir.

Renk farkının tespit edilmesinde ise CIELab formülasyonu (2) kullanılmış (DIN 6174), L*; açıklık-koyuluk, a*; kırmızılık-yeşillik, b*, sarılık-mavilik değerleridir. Örneklerin ΔE^* değeri, renk farklılığının ifadesidir. $\Delta E^* < 1$ ise, karşılaştırılan iki renk arasında farkın az olduğunu; $\Delta E^* > 1$ ise daha fazla olduğunu ifade etmektedir. ΔL^* değerinin (-) olması, örneğin standarda göre daha koyu olduğunu, (+) olması ise daha açık olduğunu göstermektedir. ΔC^* değerinin (+) olması ise yüksek kromayı yani doygunluğu ifade eder. a* değeri arttıkça renk kırmızıya, azaldıkça yeşile, b* değeri arttıkça renk sarıya, azaldıkça maviye dönmektedir (Rouette, 2001).

$$\Delta E^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$



Şekil 8. Minolta CM 3600 D model spektrofotometre

Haslık Testleri

Tekstil de kullanım haslığı; kullanım sırasında ürünün maruz kalacağı etkilere karşı dayanımını ifade eden bir kavramdır. Buradan hareketle, yapılacak olan haslık kontrolleri ürün kalitesini belirleyen en önemli özellik olmaktadır. Kullanım haslıklarına su, ter, kuru temizleme, ışık, ütü, sürtme, yıkama ve çekmezlik haslıkları örnek olarak verilebilir. Genellikle günümüzde kilim, halı vb. el dokuma gibi geleneksel ürünlerin renklendirilmesinde kullanılan doğal boyarmaddelerle yapılan boyamalar için kullanılacağı yere göre sürtünme, yıkama ve ışık haslıklarının ön plana çıktığı görülmektedir.

Sürtmeye karşı renk haslığı deneyi, boyalı ipliklerden örülmüş numune kumaşlar için “Crockmeter” test cihazı (Şekil 8) kullanılarak TS EN ISO 105-X12 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Deney için boyalı ipliklerden örülmüş numune kumaşlar (140mm x 50mm) kullanılmış olup, pamuklu sürtme bezi (50mmx50mm) ve numune kumaşlar Şekil 9’da gösterilmiştir. Test edilen numunelerin lekelemesi (kuru ve yaş) Gri skala kullanılarak kontrol edilip ve değerlendirilmiştir (TS EN ISO 105-X12, 2016).



Şekil 8. Sürtme haslığı test cihazı- Crockmeter (Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü)



(a)

(b)

Şekil 9. Sürtme haslığı testi için, a) Kavrulmuş fıstık kabuğu ile boyanmış numune ve pamuklu sürtme bezleri (soldan sağa; yaş ve kuru) b) Ham fıstık kabuğu ile boyanmış numune ve pamuklu sürtme bezleri (soldan sağa; yaş ve kuru)

Yıkamaya karşı renk haslığı deneyinde ilk önce örme numune kumaşlar (100mmx40mm) refakat bezi (100mmx80mm) arasına yerleştirilip kenarından dikilerek deney numuneleri hazırlanmıştır (Şekil 10-11). Deney “Yıkama haslığı test cihazı” (Şekil 12) kullanılarak TS EN ISO 105-C06 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test edilen numunelerin lekelemesi Gri skala kullanılarak kontrol edilip ve değerlendirilmiştir (TS EN ISO 105-C06, 2010).

Işığa karşı renk haslığı deneyi ise boyalı ipliklerden örölmüş numune kumaşlar için “ATLAS marka Xenotest ALPHA model” ışık haslığı test cihazı (Şekil 13) kullanılarak TS EN ISO 105-B02 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme için Gri Skala ve Mavi Yün Referans kumaşlar (Referans 1-8) kullanılmıştır (TS EN ISO 105-B02, 2014). Deney sonrası ışık etkisiyle solmuş numune Şekil 14’te gösterilmiştir.



Şekil 10. a; Yıkama haslığı testi için (Kavrulmuş fıstık kabuğu ile boyanmış) çok lifli refakat bezi arasında kumaş, b; test sonrası kumaş ve refakat bezi.



Şekil 11. a; Yıkama haslığı testi için (Ham fıstık kabuğu ile boyanmış) çok lifli refakat bezi arasında kumaş, b; test sonrası kumaş ve refakat bezi.



Şekil 12. Yıkama haslığı test cihazı (Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü)



Şekil 13. Işık haslığı test cihazı - ATLAS marka Xenotest ALPHA model (Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü)



Şekil 14. Işık haslığı test cihazında kumaşın ışığa maruz kalan bölümü (Üst; Ham fıstık kabuğu ile boyanmış numune, Alt; Kavrulmuş fıstık kabuğu ile boyanmış numune,)

Bulgular

Spektrofotometre renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılan ölçümler sonunda numunelerin renk değerlerine ait sayısal sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Spektrofotometrik renk ölçüm sonuçları

Kavrulmamış fıstık kabuğu	Kavrulmuş fıstık kabuğu		
D65/10			
X	13,31	33,37	
Y	12,04	32,46	
Z	6,96	22,03	
CIELab D65/10			
L*	41,28	63,72	
a*	12,98	9,38	
b*	18,4	19,46	
C*	22,52	21,6	
h	54,8	63,72	
K/S	9,62	2,33	
Kromatisite Koordinatları D65/10			
x	0,4120	0,3798	
y	0,3726	0,3695	
$\Delta L^*=22,44$	$\Delta a^*=-3,6$	$\Delta b^*=1,06$	$\Delta C^*=-0,92$
*Standart olarak kavrulmamış fıstık kabuğu alınmıştır.			
$\Delta E^*= 36,5236$			
RealColor v1.3 - 2006			

Renk ölçüm sonuçlarına bakıldığında Şekil 7'deki görüntüleri destekleyecek biçimde kavrulmamış fıstık kabuğundan elde edilen rengin kavrulmuş fıstık kabuğundan elde edilen renge göre daha koyu ($\Delta L^*=22,44$) ve daha doymuş ($\Delta C^*=-0,92$) olduğu belirlenmiş olup, Δa^* değerine göre ise kavrulmamış fıstık kabuğundan elde edilen rengin daha kırmızı olduğu belirlenmiştir. Kavrulmamış fıstık kabuğunun K/S değerlerinin (Renk kuvveti) yüksek çıkması da elde edilen rengin daha güçlü, bir başka ifadeyle “K” ışık absorpsiyonunun daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Absorpsiyonun daha yüksek olması boyarmadde sonucu oluşacak rengin de daha koyu olmasına neden olmaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, fıstık kavurma işleminin yani kavurma işlemi sırasında uygulanan yüksek ısının ($\sim 140^\circ\text{C}$) fıstık kabuğunun kimyasal yapısında bir değişiklik ve/veya bozulma meydana getirmiş olabileceği, elde dillecek doğal boyarmaddeyle boyama sonrasında rengin olumsuz etkilenebileceği düşünülmektedir.

Deney kapsamında yapılan haslık deneylerine ait test sonuçları da Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Renk haslığı test sonuçları

Renk haslığı	Lekeleme	
	Kuru sürtme	Yaş sürtme
Sürtmeye karşı (ham fıstık)	3	2/3
Sürtmeye karşı (kavrulmuş)	4/5	4
	Pamuk	Yün
Yıkamaya karşı (ham fıstık)	4/5	3
Yıkamaya karşı (kavrulmuş)	4/5	4
Işığa karşı renk haslığı (ham fıstık)	7	
Işığa karşı renk haslığı (kavrulmuş)	7/8	

Doğal olarak boyanmış yün ipliklerinin yıkamaya karşı renk haslığı sonuçlarına bakıldığında (“1”; en düşük haslık, “5”; en yüksek haslık); haslık değerlerinin genel olarak ortalamanın üzerinde olduğu rahatlıkla söylenebilmektedir. Ayrıca çok lifli refakat bezi kullanılarak yapılan yıkama haslığı deneyinde pamuk ve yün haricindeki Asetat, PA (poliamid), PES (polyester), Akrilik refakat kumaşlarda lekelenme tespit edilemeyip haslık değerlerinin bu lifler için “5” değerinde olduğu belirlenmiştir. Yünlü ipliklerin ışık haslığı sonuçlarına bakıldığında da boyanmış ipliklerin yüksek ışık haslığı değerlerine sahip olduğu söylenebilmektedir (“1”; en düşük ışık haslığı, “8”; en yüksek ışık haslığı). Ancak sürtme haslığı test sonuçlarının yıkama ve ışık haslık değerlerine göre daha düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar

Çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış fıstık kabukları kullanılarak Karatepe Kilim Kooperatifi’nde yapılan doğal boyamalar sonrası kızıla çalan kahverengi tonlarındaki renkler elde edilmiş olup, bu şekilde doğal olarak boyanmış yün çile ipliklerin özellikle halı ve kilim dokumacılığında kullanılabileceği ortaya çıkarılmıştır.

Yünlü ipliklerin sürtme haslığı sonuçlarına bakıldığında, ham fıstık kabuğu için geçerli olmasa da kavrulmuş kabuk ekstraksiyonlarıyla yapılan boyamalar için yüksek sayılabilecek bir değerde olduğu belirlenmiştir. Deneylerde yaş sürtme test sonuçlarının kuru sürtmeye nazaran daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, sürtünmenin etkisiyle birlikte su moleküllerinin boya moleküllerinin bir kısmını çözmesi sonucunda elyaftan kolaylıkla uzaklaştırılabilir hale gelmesi ve sürtmeye karşı haslık testinde lekeleme (akma) değerlerinin düşmesiyle açıklanabilmektedir (Haji, 2012).

Yünlü kumaşların yıkama haslığı sonuçlarına bakıldığında pamuklu refakat bezini lekeleme haslık derecesinin genellikle 4/5 değerinde olduğu, ancak özellikle kavrulmamış (ham) kabuk ekstraksiyonlarıyla yapılan boyamalarda yünlü refakat bezi lekeleme haslık derecesinin 3 değerine kadar düştüğü belirlenmiştir.

Yünlü kumaşların ışık haslığı sonuçlarına bakıldığında ise genel olarak yüksek sayılabilecek değerlerin tespit edildiği ancak yıkama haslığı sonuçlarında olduğu gibi kavrulmamış kabuk ekstraksiyonlarıyla yapılan boyamalarda ışık haslık derecesinin bir miktar düştüğü gözlenmiştir.

Doğal boyamalar için mordan maddesi olarak kullanılan Potasyum Alüminyum Sülfatın ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) özellikle yıkama ve ışık haslığı açısından olumlu etkisi sürtme haslığı için görülmemektedir.

Genel olarak haslık değerlerinin hem ham hem de kavrulmuş kabuklarla yapılan boyamalar sonucunda yüksek sayılabilecek değerlerde olduğu söylenebilmektedir. Ancak kavurma işleminin boyamalar sonucunda spektrofotometrede belirlenen reflektans değerleri ile hesaplan K/S değerlerinde düşüşe neden olduğu ve belirgin olarak rengin açıklık değerinin arttığı tespit edilmiştir. Fıstık kabuğunda bulunan doğal boyarmadde moleküllerinin yüksek sıcaklıklardaki kavurma işlemi ile kimyasal olarak değişikliğe uğradığı ya da molekül zincirinde bozulmalar meydana geldiği, bu nedenle ham halindeki fıstık kabuklarının ekstraksiyonu ile yapılan boyamalar sonucunda daha koyu renkler elde edildiği düşünülmektedir.

Tekstil terbiyesinde haslık değerlerinin kullanılan mordan maddesi ve %'si ile doğrudan ilgili olduğundan, potasyum alüminyum sülfat haricindeki özellikle demir sülfat, bakır sülfat gibi farklı metalik mordan maddeleri ile elde edilen renk skalasının değiştirilebileceği ve daha uygun haslık değerlerine ulaşılabilmesi ancak metal mordanlarının da çevreye ve insan sağlığına zararlı olduğu unutulmamalıdır (Özdemir, 2017). Tekstil boyama işlemlerinde kullanılan boyarmadde yüzdesi ve molekül büyüklüğüne bağlı olarak, kavrulmamış ham fıstık kabuklarıyla belirlenen koyu renklerdeki boyamaların düşük haslık değerleri de açıklanabilmektedir.

Sonuç olarak fıstık kabuğunun özellikle doğal boyamacılık alanında tercih edilen renkler göz önüne alındığında benzer renklerin elde edildiği ayva, ceviz gibi kullanılan bazı bitkilere alternatif olabileceği ve geleneksel halı, kilim gibi dokuma üretimlerinde kullanılabileceği, düşünülmektedir.

Ekonomik ve bölge açısından bakıldığında ise, yapılan çalışmayla hayvan yemi olarak kullanılan yerfıstığı kabuğunun katma değeri daha yüksek ürün olan doğal boyarmaddeye dönüştürülebileceği ve aynı zamanda ekstraksiyon sonrası kalan posanın da tekrar yem olarak kullanılabileceği ortaya çıkarılmıştır. Böylelikle çalışmayla başta bölgemizdeki kilim kooperatifi olmak üzere bireysel olarak halı ve kilim dokuma işleriyle uğraşanlar için kolay erişebilir ve uygulanabilirliği açısından farklı bir doğal boyarmadde imkânı sunulmuş ve farkındalık oluşturmuştur.

Teşekkür

“Yer Fıstığı Tohumu Kabuğundan Doğal Boyarmadde Ekstraksiyonu ve Boyama Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli “OKÜBAP-2018-PT2-004” numaralı proje Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Çalışmaya desteklerini esirgemeyen Osmaniye Karatepe Kilim Kooperatifi yönetici ve çalışanlarına, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı ve Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Arıoğlu H. Yer fıstığı, yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Basımevi: Genel Yayın No:220; 1999.
- Bozdoğan A., Yaşar K., Kabak B. Osmaniye ilinde üretilen bazı yer fıstıklarının ve bu fıstıklardan elde edilen yağların aflatoksin yönünden incelenmesi. TÜBİTAK 116068, 2017.
- Canbolat Ş., Acar K., Merdan N. Sambucus ebulus L. (şahmelik) bitkisinden ekstrakte edilmiş doğal boyarmadde ile ipekli materyallerin boyanması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2013; 12(23): 103-114.
- Chhipa MK., Srivastav S., Mehta N. Study of dyeing of cotton fabric using peanut pod natural dyes using Al_2SO_4 $CuSO_4$ and $FeSO_4$ mordanting agent. International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR) 2017a; 3(2): 36-44.
- Chhipa MK., Srivastav S., Mehta N. Suitability of dyes from peanut pod on different fabrics using copper sulphate mordanting agent. International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT) 2017 b; 7(1): 1-10.
- Dayioğlu H., Kut, D., Merdan N., Canpolat Ş. Effect of dyeing properties of fixing agent and plasma treatment on silk fabric dyed with natural dye extract obtained from sambucus ebulus l. plant. Procedia - Social and Behavioral Sciences, World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship 2015; 195: 1609-1617.
- Gong R., Sun Y., Chen J., Liu H., Yang C. Effect of chemical modification on dye adsorption capacity of peanut hull. Dyes and Pigments 2005a; 67(3): 175-181.
- Gong R., Li M., Yang C., Sun Y., Chen J. Removal of cationic dyes from aqueous solution by adsorption on peanut hull. Journal of Hazardous Materials, (Short communication) 2005b; 121(1-3): 247-250.
- Haji A. Antibacterial dyeing of wool with natural cationic dye using metal mordants. Materials Science 2012; 18(3): 267-270.
- <http://www.yesilaski.com/tekstilendustrisinde-dogal-boyama.html>, Tekstil Endüstrisinde Doğal Boyama. (Erişim tarihi: 21.11.2017).

- Huang SC., Yen GC, Chang LW, Yen WJ, Duh PD. Identification of an antioxidant, ethyl protocatechuate, in peanut seed testa. *J. Agric. Food Chem.* 2003; 51(8): 2380-2383.
- Kırıcı S., Özgüven M., Türkmen N., İnan M., Kırpık M., Oğuz A. Adana ve çevresinde boya olarak kullanılan bitkilerin belirlenmesi ve boyar madde oranlarının saptanması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Proje No:TOGTAG/TARP-2353, 2002.
- Kryz F. Color reactions of the coloring matter in peanut and hazlenut shells. *Oesterreichische Chemiker-Zeitung* 1922; 25: 95-96.
- Nadi H., Alizadeh M., Ahmadabadia M., Yari AR., Hashemid S. Removal of reactive dyes (green, orange, and yellow) from aqueous solutions by peanut shell powder as a natural adsorbent. *Arch Hyg Sci* 2012; 1(2): 41-47.
- Nazia A. Phytochemical and biological investigation of arachis hypogaea. A thesis report. Department of Pharmacy, East West University, pp:108, Bangladesh, 2015.
- Osman E., El-Zaher NA. Effect of mordant type on thermal stability and fastness properties of silk fabric dyed with natural dye "sambucus nigra". *Research Journal of Textile and Apparel* 2011; 15(2): 61-70.
- Özdemir H. Dyeing properties of natural dyes extracted from the junipers leaves (j. excelsa bieb. and j.oxycedrus l.). *Journal of Natural Fibers* 2017; 14(1): 134-142.
- Robinson GM.,Robinson R. A survey of anthocyanins Notes on the distribution of leuco-anthocyanins. *Biochemical Journal* 1933; 27(1): 206-212.
- Rouette HK. *Encyclopedia of Textile Finishing*, Woodhead Publishing, 2001.
- Stansbury MF., Field ET., Guthrie JD. The tannin and related pigments in the red skins (testa) of peanut kernels. *The journal of the American Oil Chemists Society* 1950; 27: 317-321.
- Tayeau F., Hasquelier J. *Bulletin de la Société Chimique de France (French)* 1948; November-December: 1167-1172.
- TS EN ISO 105-B02. Yapay Işığa Karşı, Renk Haslığı-Ksenon Ark Lambası Deneyi, 2016.
- TS EN ISO 105-C06. Evsel Yıkamaya ve Ticari Müesseselerde Yıkamaya Karşı renk Haslığı, 2010.
- TS EN ISO 105-X12. Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini, 2014.
- Zeren ZC. Yerfıstığı tohumlarından enzimatik sulu ekstraksiyon ile yağ eldesi ve optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Sayfa No: 57, İstanbul, Türkiye, Mayıs 2015.

Amerika’da Meydana Gelen Trafik Kazalarının Yapay Sinir Ağları ve Çok Değişkenli Regresyon Yöntemleriyle Tahmini

Ömer Faruk CANSIZ¹, İbrahim ERGİNER^{2*}, Ebru DOĞRU³

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay

³İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay

¹<https://orcid.org/0000-0001-6857-2513>

²<https://orcid.org/0000-0002-6001-3124>

³<https://orcid.org/0000-0002-7353-1115>

*Sorumlu yazar: ibrahim.erginer.mfbel8@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 24.12. 2020

Kabul tarihi: 17.04.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Kaza sayısı

Yapay sinir ağları

Çok değişkenli regresyon

ÖZET

Dünya sağlık örgütü (WHO) dünyada 1,35 milyon kişinin trafik kazaları nedeniyle hayatını kaybettiğini açıklamaktadır. Amerika’da da dünyada olduğu gibi Amerika’da da trafik kazası nedeniyle hayatını kaybeden kişi sayısı çok fazladır. Çok sayıda insanın hayatını kaybetmesine sebep olan trafik kazalarının birçok nedeni olabilir. Yapılan bu çalışmada trafik kazalarına sebep olan değişkenler incelenmektedir. Araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç mili değişkenleri kullanılarak bir veri seti oluşturulmaktadır. Veri seti oluşturulurken Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı veri tabanından elde edilen veriler kullanılmaktadır. Veri seti 1994-2018 yılları arasındaki verileri kapsamaktadır. Oluşturulan veri seti kullanılarak istatistiksel yöntemlerden çok değişkenli regresyon (MR) ve yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak kaza sayısı tahmin modelleri geliştirilmektedir. Geliştirilen modeller birbiriyle kıyaslanmaktadır. Modeller kıyaslanırken hataların kareleri ortalaması (HKO), ortalama yüzde hata (OYH) ve korelasyon katsayısı (R) kriterleri kullanılmaktadır. Yapılan analizler sonucunda YSA kaza sayısı tahmin modelinin HKO, OYH ve R değerleri sırasıyla 265228,79-%0,829-0,988 olarak hesaplanmaktadır. Yapılan bu çalışmada YSA modelinin regresyon modellerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Buna benzer çalışmalarda yapay zekâ metodlarından YSA’nın kullanılması önerilmektedir.

Prediction of Traffic Accidents in The America by Using Artificial Neural Networks and Multivariate Regression Methods

Research Article

Article History:

Received: 24.12.2020

Accepted: 17.04.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Number of accidents

Artificial neural networks

Multivariate regression

ABSTRACT

World Health Organization (WHO) announced that 1.35 million people die worldwide due to traffic accidents. In America, the number of people who lost their lives due to traffic accidents is very high, as in the world. There may be many reasons for the occurrence of traffic accidents. In this study, the variables that cause traffic accidents are examined. A data set is created using the variables of number of vehicles, the number of drivers, population, the number of vehicles traveled and the number of vehicle miles traveled. Data obtained from the database of the United States Department of Transportation are used while creating the data set. The data set includes data between the years 1994-2018. Accident number prediction models are developed by using multivariate

regression (MR) from statistical methods and artificial neural networks (ANN) from artificial intelligence techniques by using the data set. The models developed are compared with each other. While comparing the models, the criteria such as mean squares of errors (MSE), mean of percentage errors (MPE) and correlation coefficient (R) are used. As a result of the analyzes made, the MSE, MPE and R values of the ANN accident number prediction model were calculated as 265228.79-% 0.829-0.988, respectively. In this study, it is observed that ANN model gives better results than regression models. It is recommended to use ANN, one of the artificial intelligence methods, in similar studies.

To Cite: Cansız ÖF., Erginer İ., Doğru E. Amerika'da Meydana Gelen Trafik Kazalarının Yapay Sinir Ağları ve Çok Değişkenli Regresyon Yöntemleriyle Tahmini. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(3): 342-354.

Giriş

Amerika Birleşik Devletleri yüz ölçümü açısından dünyanın en büyük 3. ülkesidir. Geniş topraklara sahip olan bu ülkede karayolları şehir içi ve şehirlerarası seyahat ve taşımacılık için en çok tercih edilen ulaşım türüdür. Karayollarının yoğun olarak kullanılması kazaları beraberinde getirmektedir. Trafik kazaları çoğunlukla ölüm ve yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Giderek artan ulaşım ağı karayollarında kazaların sayısını da arttırmaktadır. Karayollarında taşınan yolcu ve yük emniyeti için meydana gelen kazaların sayısını azaltmak gerekmektedir. Kazaların sayısını azaltmak için kazalara neden olan faktörlerin etkilerini minimuma indirmek gerekmektedir.

Kazalara sebep olan faktörlerin hangi oranlarda araç sayısına, sürücü sayısına, nüfusa ve seyahat edilen araç miline bağlı olduğunu belirlemek kaza riskini azaltmak açısından önemli olmaktadır. Ayrıca bu faktörlerin kaza sayısını hangi oranda etkilediği bilinirse, gerçekleşecek kazaların sayısı tahmin edilebilir ve bu doğrultuda ulaşırma politikaları geliştirilebilir.

Literatürde yapay zekâ yöntemleri ve istatistiki testler kullanılarak yapılan bir çok çalışma yer almaktadır. Ataseven (2013) büyüyen teknolojiyle beraber artan hesaplama ve işleme gücüyle karmaşık simülasyonların uygulanması ve gelişmiş yapay zeka teknolojilerinden yararlanarak temel kriterlere dayalı yapılacak tahmin modellerinin uygulanmasının olağan hale geldiğini aktarmaktadır. Tahmin tekniklerinden zaman seri yöntemlerinde bulunan Box Jenkins (ARIMA) metodolojisi ve YSA yöntemlerinin tahmin performanslarını karşılaştırarak YSA kullanımının daha başarılı sonuçlar verdiğini belirtmektedir (Ataseven, 2013; Çelik, 2013).

Ramli (2011), çalışmada Ft050 Batu Palattan Kluang'a giden karayolunda Neuro Shell2 adlı YSA metodu kullanarak tahmin modeli geliştirmektedir. Model için kaza sayısının fazla olduğu yerleri inceleyerek genel kaza örüntülerini oluşturmaktadır. Modelin performansını ortalama mutlak yüzde hata kullanarak değerlendirmektedir. Sonuç olarak bir YSA modeli önermektedir (Ramli, 2011).

Cansız ve ark. (2009), YSA metodunu kullanarak motorlu taşıt kazalarında ölümcül yaralanma sayısını tahmin etmektedir. YSA kullanarak yaptıkları tahmin modeli için trafikle ilgili değişkenleri, veri seti olarak kullanmaktadır. Yaptıkları tahmin sonuçlarına göre tanjant sigmoid (tansig) transfer fonksiyonuna sahip, 14 adet nöronu ve Levenberg-Marquardt eğitim algoritmasına sahip olan ANNEFA'nın en iyi sonuçları verdiğini belirtmektedir (Cansız ve ark., 2009). Erginer ve ark. (2020),

Türkiye’de insana, araca ve yola bağlı olarak meydana gelen trafik kazalarını incelemektedir. Trafik kaza sayısını ve bu kazalardaki yaralanma sayılarının tahmini için, YSA’yı ve çok değişkenli regresyon metotlarını kullanmaktadır. Daha sonra bu iki metodu karşılaştırarak YSA ile oluşturulan tahmin modelinin daha başarılı sonuçlar elde ettiğini belirtmektedir (Erginer ve ark., 2020). Cansız ve ark. (2017), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ile Emniyet Genel Müdürlüğü’nden yararlanarak elde edilen verilerle regresyon ve YSA metotları kullanarak tahmin modelleri oluşturmaktadır. Tahmin modelleri için bağımsız değişken olarak nüfus, sürücü sayısı, taşıt sayısı ve taşıt-km verilerini, bağımlı değişken için ise yaralı sayısı verilerini kullanarak 2’li 3’lü ve 4’lü bağımsız değişken kombinasyonları yapmaktadır. YSA ve regresyon modelleri için HKO, OYH ve R’yi değerlendirme kriteri olarak kullanmaktadır. Sonuç olarak YSA ve regresyon modellerinin kıyasında YSA modellerinin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini gözlemlemektedir (Cansız ve ark., 2017). Akgüngör ve Doğan (2009), Türkiye’nin İstanbul, Ankara ve İzmir illerinde meydana gelen trafik kazası sonucu ölenlerin sayısını 1986-2005 yılları arasındaki verilerden yararlanıp, YSA, Smeed ve Andreasen modellerini kullanarak tahmin modelleri oluşturmaktadır. Model oluşturmak için bu şehirlerdeki nüfus ve araç sayısını bağımsız değişken olarak, bağımlı değişken olarak ise ölü sayısını kullanmaktadır. YSA’da çok katmanlı, ileri beslemeli ve geri yayımlı ağ yapısı kullanmaktadır. Kullanılan modeller kıyaslandığında YSA modelinin diğer modellerden daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmektedir (Akgüngör ve Doğan, 2009). Aghayan (2013), Kıbrıs ve İran’da bulunan otoyol kaza verilerinden yararlanarak kaza şiddetlerini tahmin etmek için YSA, genetik algoritma ve kombine genetik algoritma yöntemlerini kullanmaktadır. Kullandıkları tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması için tepki süreleri ve doğru tahmin kriterlerini kullanmaktadır. Çalışma sonucunda YSA’nın en iyi sonuçları verdiğini belirtilmektedir (Aghayan, 2013).

Mussone ve ark. (1999), Milan kentinde olan kazaları analiz etmek için YSA metodunu kullanmaktadır. Değişik kombinasyonlar kullanarak kent için meydana gelen kavşak kazalarının tehlike derecelerini belirlemektedir. Çalışmanın sonucunda kavşak karmaşasının, kavşak düzenlemesine bağlı olan yüksek kaza indeksini çözebileceği ve karşıdan karşıya geçen yayalar için en yüksek kaza indeksinin, gece vakti sinyalle olamayan kavşaklarda meydana geldiği belirtmektedir (Mussone ve ark., 1999).

Kibar (2015), tarafından Ankara-Aksaray-Ereğli arasında kamyon trafiği yüzdesinin yaklaşık %40-50 olduğu bölünmüş kırsal yollar dikkate alınmakta ve kamyon kazaları ile trafik ve karayolu geometrik özellikleri arasındaki bağlantı YSA ve istatistiksel yöntemlerle modellenmektedir. Çalışmada öncelikle, kamyon kazaları ile trafik ve karayolu geometrik özellikleri arasındaki bağlantıyı Poisson, sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yöntemleri kullanılmaktadır. Yapılan analizler sonucunda en iyi istatistiksel yöntemin negatif binom regresyon olduğunu belirtmektedir. İkinci olarak en iyi istatistiksel sonucu veren negatif binom regresyon yöntemiyle, YSA yöntemini birbirleriyle karşılaştırıp en yakın değerlerin YSA metoduyla elde edildiğini belirtmektedir (Kibar ve ark., 2015).

Altun ve ark. (2005), 1990'lı yıllar itibariyle ulaştırma mühendisliği alanında YSA kullanımını özetleyen çalışmalarında özellikle ulaşım planlaması, bakım onarım ulaşım sistemlerinin işletilmesi, ulaşım parametrelerinin tahmini, yol üst yapısının dizaynı ve trafik mühendisliği problemlerinin çözümünde başarılı sonuçlar elde edildiğini belirtmektedir.

Cansız (2007), Türkiye'nin 1988-2005 yılları arasında ulaştırma sektörü için enerji analizi yaparak türlere göre enerji yoğunluğu değerlerini belirlemektedir. Bu değerleri kullanarak 1970-1987 ile 2006-2020 yılları arasındaki enerji tüketim tahminlerini yapmaktadır. Çalışmada YSA yönteminden yararlanarak enerji tahmin modeli geliştirmektedir. 1970-2020 arasındaki enerji tüketiminin şu anki durumunu, gelişimini ve değişimini göstermektedir (Cansız, 2007). Es ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada YSA ve çok değişkenli regresyon kullanarak Türkiye'nin net enerji talebini tahmin etmeye çalışmaktadır. Bu tahmin için 1970-2010 yılları arasındaki nüfus, ithalat ihracat, bina yüz ölçümü, taşıt sayısı ve gayri safi hasıla verilerini kullanmaktadır. Çalışmanın sonucunda yapılan YSA modelinin tahmin performansı ve çok değişkenli regresyon yöntemiyle kıyaslanarak; YSA modelinin tahmin değerlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlenmektedir. Daha sonra YSA modelini kullanarak 2011-2015 yılları arasındaki net enerji talep tahmini gerçekleştirilmektedir (Es ve ark., 2014). Cansız ve ark. (2020), Türkiye karayolu taşımacılığında enerji tüketimini incelemektedir. Yapay zeka metotları içerisinde bulunan uygulamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) ve YSA, regresyon metotlarından olan çok değişkenli lineer regresyon yöntemlerinden yararlanarak karayolu taşımacılığında enerji tüketimi için tahmin modeli oluşturmaktadır. Modellemede bağımsız değişken olarak; ağırlıklı ortama günlük trafik, motorlu taşıt sayısı, taşıt-km, karayolu yol uzunluğu ve nüfus değişkenlerini, bağımlı değişken olarak ise enerji tüketimini belirlemektedir. Tahmin modellerinin kıyaslanmasında; HKO, OYH ve determinasyon katsayısı performans kriterlerini kullanmaktadır. Çalışmanın sonucunda en iyi tahmin modelinin lineer regresyon ile elde edildiği belirtilmektedir (Cansız ve ark., 2020).

Bu çalışmada, araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç miline bağlı olarak kaza sayısı tahmini yapılmaktadır. Bu tahmin modelleri için YSA ve çok değişkenli regresyon yöntemleri kullanılmaktadır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada nedenlerine göre Amerika karayollarında meydana gelen kaza sayısı için tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Tahmin modellerini elde etmek için YSA ve çok değişkenli regresyon kullanılmaktadır. Tahmin modellerinde, 1994-2018 yılları arasındaki araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç mili, kaza sayısı verilerinden yararlanarak veri seti oluşturulmaktadır. Veri seti kullanılarak Matlab R2020b programında YSA ve çok değişkenli regresyon analizleri yapılmaktadır. Analizlerde veri setinin %65'i eğitim %35'i test için kullanılmaktadır. Bu veri seti Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1.Veri seti tablosu

Yıl	Seyahat edilen araç mili	Nüfus	Araç sayısı	Lisanslı sürücü sayısı	Kaza sayısı
1994	2358	260327	192497	175403	36254
1995	2423	262803	197065	176628	37241
1996	2484	265229	201631	179539	37494
1997	2552	267784	203568	182709	37324
1998	2628	270248	208076	184861	37107
1999	2690	272691	212685	18717	37140
2000	2747	282162	217028	190625	37526
2001	2796	284969	221230	191276	37862
2002	2856	287625	225685	194602	38491
2003	2890	290108	230633	196166	38477
2004	2965	292805	237949	198889	38444
2005	2989	295517	245628	200549	39252
2006	3014	298380	251415	202810	38648
2007	3031	301231	257472	205742	37435
2008	2977	304094	259360	208321	34172
2009	2957	306772	258958	209618	30862
2010	2967	309326	257312	210115	30296
2011	2950	311580	265043	211875	29867
2012	2969	313874	265647	211815	31006
2013	2988	316058	269294	212160	30202
2014	3026	318386	274805	214092	30056
2015	3095	320743	281312	218084	32538
2016	3174	323071	288034	221712	34748
2017	3212	325147	290387	225346	34560
2018	3240	327167	297043	227558	33654

Çok Değişkenli Lineer Regresyon

Çok değişkenli lineer regresyon, birden çok değişken kullanarak yapılan regresyon analizidir. Problemdeki bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bir bağlantı kurar ve bu bağlantı denklemlerle kurulur (Cansız ve ark., 2009).

Oluşturulan regresyon modellerinde çok değişkenli regresyon metotlarından lineer, interaction, quadratic ve pure-quadratic yöntemleri kullanılmaktadır. Regresyon yöntemlerinden lineer, interaction, quadratic ve pure-quadratic yöntemlerinin genel formu sırasıyla Denklem 1, Denklem 2, Denklem 3 ve Denklem 4'te verilmektedir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_1 x_2 + \beta_6 x_1 x_3 + \beta_7 x_1 x_4 + \beta_8 x_2 x_3 + \beta_9 x_2 x_4 + \beta_{10} x_3 x_4 + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_1 x_2 + \beta_6 x_1 x_3 + \beta_7 x_1 x_4 + \beta_8 x_2 x_3 + \beta_9 x_2 x_4 + \beta_{10} x_3 x_4 + \beta_1 x_1^2 + \beta_1 x_2^2 + \beta_1 x_3^2 + \beta_1 x_4^2 + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_1 x_1^2 + \beta_1 x_2^2 + \beta_1 x_3^2 + \beta_1 x_4^2 + \varepsilon_i \quad (4)$$

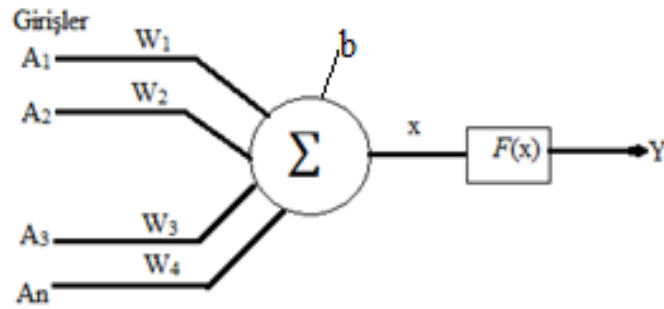
Bu denklemlerde x_i bağımsız değişken olan nüfus, seyahat edilen araç milli, kayıtlı araç ve lisanslı sürücü sayısını temsil etmektedir. “Y” ise bağımlı değişken olan kaza sayısını ifade etmektedir. “ β ” değişken katsayılarını ve “ ε ” hata bileşenini temsil etmektedir.

Yapay sinir ağları (YSA)

Yapay zeka yöntemlerinden biri olan YSA, insan beynini modelleyerek insan beyninin öğrenme yeteneğinden ve beyindeki biyolojik sinir sisteminden yararlanılarak geliştirilen bir yöntemdir.

YSA’yı kullanarak karmaşık problemler hızlı bir şekilde çözümlenebilir. YSA öğrenilme özelliği sayesinde problemleri tanıma, tahmin sunma gibi olanaklara da sahiptir (Es ve ark., 2014).

Sinir hücresi taklit edilerek programlanmış YSA, nöronlardan oluşan bir ağ yapısına sahiptir. YSA modellerinde deneme-yanılma yoluyla öğrenme işlemi uygulanmaktadır. Öğrenme bağımsız değişkenler kullanılarak bağımlı değişkenlerin tahmin edilmesi şeklinde yapılır.



Şekil 1. YSA nöron mekanizması

Şekil 1’de gösterilen YSA nöron mekanizmasında “A” girdileri, ”W” ağırlıkları, “ Σ ” toplama fonksiyonunu, “f” aktivasyon fonksiyonunu, “b” bias değerlerini ve y değeri nöronun çıktısını temsil etmektedir.

YSA’da girdiler ağırlıkla çarpılarak sonuçları bias değeriyle toplanır ve çıkan değer transfer fonksiyonundan geçer. İşlem sonucunda elde edilen sonuç nöronun çıktısıdır. Şekil 1’ de verilen nöron mekanizması denklem olarak yazıldığında Denklem 5 elde edilir.

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^N A_i \times W_i + bias_i\right) \quad (5)$$

Bu çalışmada YSA metodu kullanılırken veri seti -1 ile +1 arasında normalize edilmektedir. Normalize işlemi her değişken için ayrı ayrı yapılmaktadır. Normalize edilmiş değerler YSA metoduyla analiz edilerek kaza tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Oluşturulan tahmin modelleri daha sonra denormalize edilerek gerçek kaza verileriyle karşılaştırılmaktadır. Kullanılan normalize ve denormalize işlemlerinin formülü Denklem 6 ve Denklem 7’de verilmektedir.

$$X = \frac{(y_{\max} - y_{\min}) \cdot (x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} - y_{\min} \quad (6)$$

$$X = \frac{(\text{Normalize değer} + y_{\min})(x_{\max} - x_{\min})}{(y_{\max} - y_{\min})} + x_{\min} \quad (7)$$

Ayrıca bu çalışma için tansig transfer fonksiyonu ve Levenberg-Marquardt eğitim algoritmasından yararlanılmaktadır. Tansig transfer fonksiyonunun formülü Denklem 8’de verilmektedir.

$$\text{Tansig}(N) = \frac{2}{(1 + \exp^{-2N})} - 1 \quad (8)$$

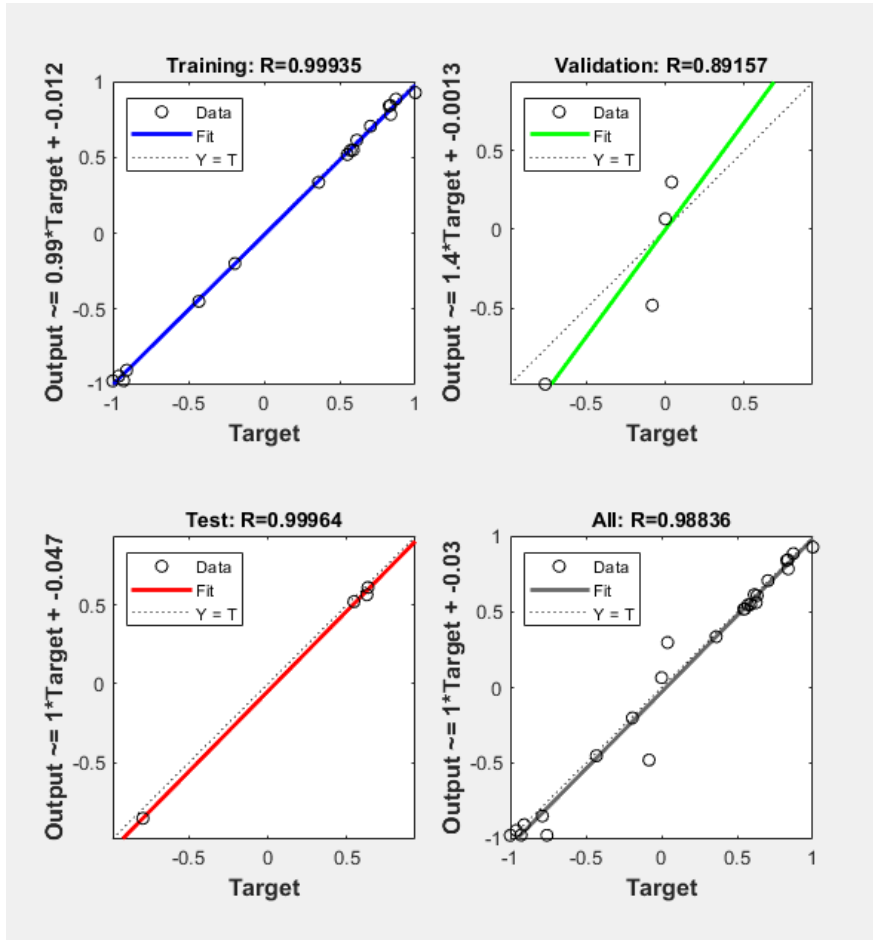
Tablo 2. Normalize edilen değerler

Yıl	Seyahat edilen araç mili	Nüfus	Araç sayısı	Lisanslı sürücü sayısı	Kaza sayısı
1994	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	0,361
1995	-0,853	-0,926	-0,913	-0,953	0,571
1996	-0,714	-0,853	-0,825	-0,841	0,625
1997	-0,560	-0,777	-0,788	-0,720	0,589
1998	-0,388	-0,703	-0,702	-0,637	0,543
1999	-0,247	-0,630	-0,614	-0,549	0,550
2000	-0,118	-0,347	-0,531	-0,416	0,632
2001	-0,007	-0,263	-0,450	-0,391	0,704
2002	0,129	-0,183	-0,365	-0,264	0,838
2003	0,206	-0,109	-0,270	-0,204	0,835
2004	0,376	-0,028	-0,130	-0,099	0,828
2005	0,431	0,053	0,016	-0,036	1,000
2006	0,488	0,139	0,127	0,051	0,871
2007	0,526	0,224	0,243	0,163	0,613
2008	0,404	0,310	0,279	0,262	-0,083
2009	0,358	0,390	0,271	0,312	-0,788
2010	0,381	0,466	0,240	0,331	-0,909
2011	0,342	0,534	0,388	0,399	-1,000
2012	0,385	0,602	0,399	0,396	-0,757
2013	0,429	0,668	0,469	0,410	-0,929
2014	0,515	0,737	0,575	0,484	-0,960
2015	0,671	0,808	0,699	0,637	-0,431
2016	0,850	0,877	0,828	0,776	0,040
2017	0,937	0,940	0,873	0,915	0,000
2018	1,000	1,000	1,000	1,000	-0,193

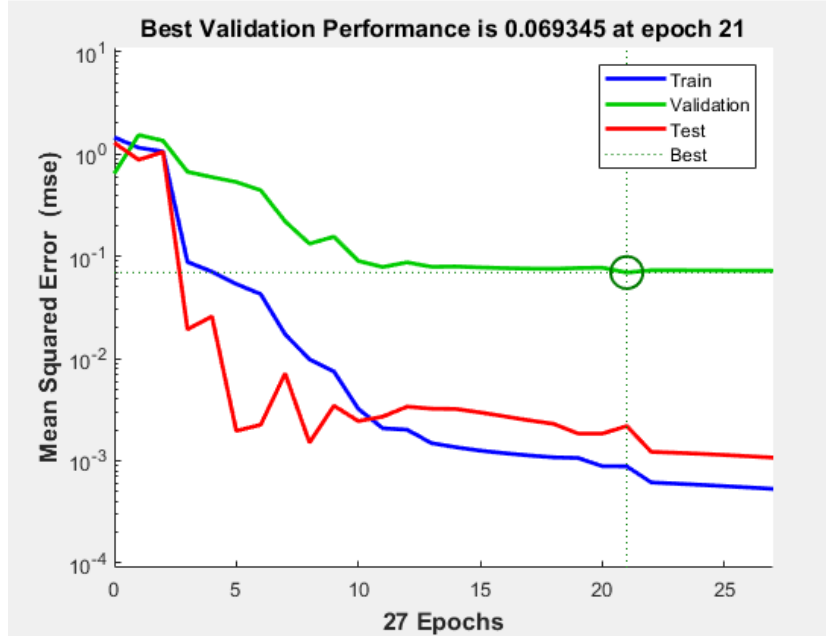
Bulgular ve Araştırma

Kaza sayısı modeli

Araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç mili değişkenleri kullanılarak oluşturulan YSA kaza sayısı tahmin modelinin korelasyon ve eğitim grafiği sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmektedir. Bu modelde epoch sayısı 1000 ile sınırlandırılmaktadır. HKO değerinin 6 defa üst üste artması durumunda eğitim durdurulmakta ve performans değeri belirlenmektedir.



Şekil 2. Kaza sayısı modeli R grafiği



Şekil 3. Kaza sayısı modeli eğitim süreci

Yapılan çok değişkenli regresyon analizleri sonucunda lineer, interaction, quadratic ve purequadratic regresyon denklemleri sırasıyla Denklem 9, Denklem 10, Denklem 11 ve Denklem 12’de oluşturulmaktadır.

Bu denklemlerde “VT” seyahat edilen araç mili, “P” nüfus, “V” araç sayısı, “D” lisanslı sürücü sayısını ifade etmektedir.

Lineer regresyon denklemi;

$$C=103065,63+28675,17*VT-402,95*P+155,22*V-342,63*D \quad (9)$$

Interaction regresyon denklemi;

$$C=108052,92-514725,68*VT-4029,43*P+113,84*V+12790,87*D+6981,32*VT*P-2039,29*VT*V-088,16*VT*D-25,06*P*V-50,95*P*D+66,71*V*D \quad (10)$$

Quadratic regresyon denklemi;

$$C=-73116,30-289965,04*VT+2776,00*P-689,50*V+2290,78*D+4163,13*VT*P-1128,25*VT*V-2830,48*VT*D-0,17*P*V+21,45*P*D+14,37*V*D-11381,89*VT^2-32,53*P^2+2,61*V^2-11,58*D^2 \quad (11)$$

Purequadratic regresyon denklemi;

$$C=-289994,19-24971,41*VT+3731,51*P-1706,71*V+420,60*D+9943,17*VT^2-6,57*P^2+3,67*V^2-2,49*D^2 \quad (12)$$

Çalışmada tahmin modelleri oluşturulurken veri setinde kullanılan değişkenlerin en büyük ve en küçük değerleri Tablo 3’de verilmektedir.

Tablo 3. Verilerin en büyük ve en küçük değerleri

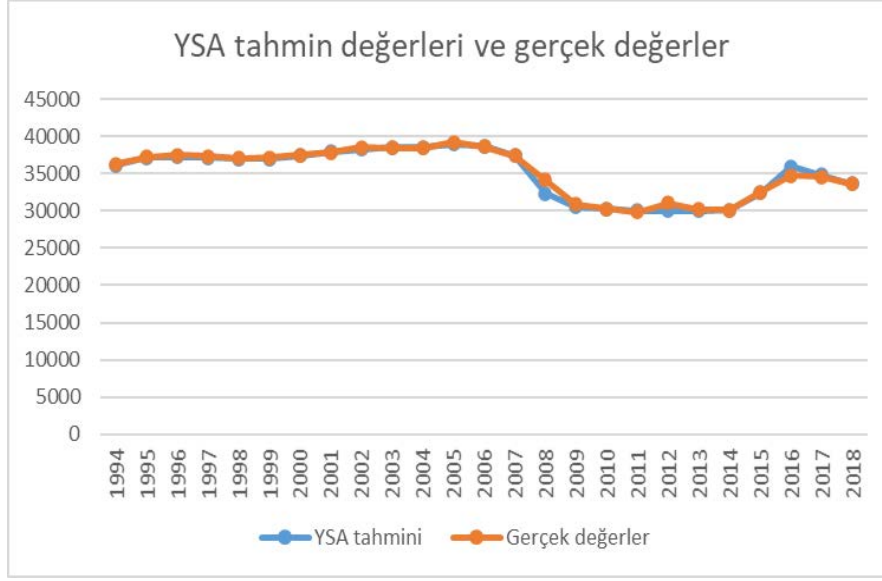
Değişkenler	En Büyük Değer	En Küçük Değer
Seyahat edilen araç mili	3,24	2,358
Nüfus	327,167	260,327
Araç sayısı	297,043	192,497
Lisanslı sürücü sayısı	227,558	175,403
Kaza sayısı	39,252	29,867

YSA ve çoklu regresyon yöntemleri ile yapılan analizlerin R, HKO, OYH kullanılarak karşılaştırılması Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4. Model karşılaştırması

		R	HKO	OYH(%)
Kaza Sayısı	Lineer Regrasyon	0,845824	2219668	3,760
	Interaction Regrasyon	0,895189	1611269	3,294
	Quadratic Regrasyon	0,927922	1172709	2,606
	Purequadratic Regrasyon	0,940816	1158293	2,585
	YSA	0,988360	265229	0,829

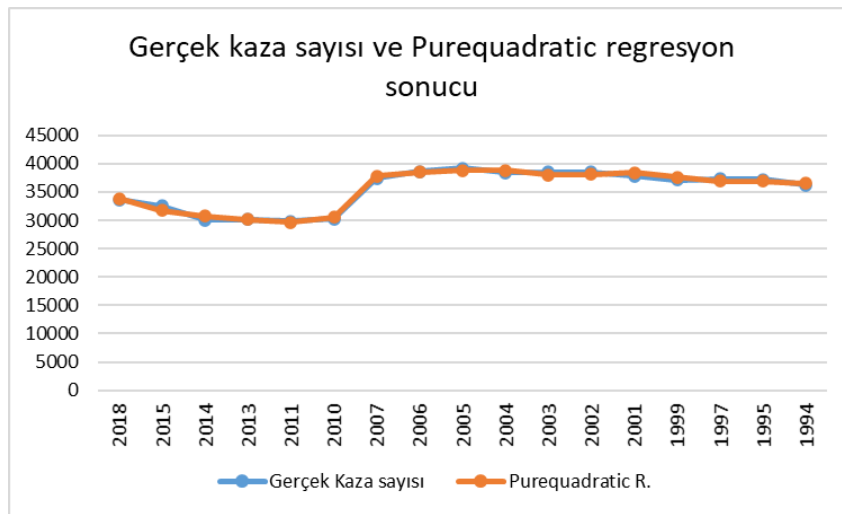
Tablo 4’te kaza sayıları için oluşturulan tahmin modellerinin kıyaslaması gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre YSA modeli çok değişkenli regresyon türlerinden daha başarılı sonuçlar vermektedir. Elde edilen modellerde YSA modelinin R değeri 0,98’dir. HKO değerinin en düşük olduğu model quadratic regresyon modeli olup, OYH değerinin en düşük olduğu model ise YSA modelidir. Oluşturulan YSA modelinde kaza sayısı değişkenini en çok etkileyen değişken seyahat edilen araç mili değerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 4. YSA modeli tahmini- Kaza sayısı değeri ilişkisi

Şekil 4'te en iyi tahmin sonuçlarını veren YSA'nın tahmin değerleri ve gerçek değerlerin tablo ile karşılaştırması verilmektedir. Şekil 4 incelendiğinde, tahmin sonuçları ve gerçek değerlerin uyumlu olduğu görülmektedir. 2007-2009 ve 2015-2017 yılları arasında küçük sapmalar olduğu görülmektedir. YSA modelinin performansının artırılmasında ve tahmin sonuçlarına yakın değerlere ulaşılmasında, kullanılan epoch sayısının 1000 ile sınırlandırılması ve 6 defa ard arda HKO değerinin artmasıyla eğitimin durdurulmasının önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca model eğitimi yapılırken tanjant sigmoid transfer fonksiyonunun kullanılmasıyla model gücünün arttığı görülmektedir.

Şekil 5'te regresyon modelleri içerisinde en iyi performans değerine sahip pure-quadratic regresyon modelinin tahmin sonuçları ile gerçek kaza sayısı değerleri arasındaki ilişki verilmektedir.



Şekil 5. Pure-Quadratic regresyon modeli tahmini-Kaza sayısı değeri ilişkisi

Şekil 5 incelendiğinde kaza sayısı değerleri ile pure-quadratic regresyon modelinin tüm yıllar için örtüştüğü ve büyük sapmaların oluşmadığı görülmektedir.

Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç mili bağımsız değişkenleri kullanılarak ABD kaza sayısı tahmin modelleri geliştirilmektedir. Bu modeller YSA ve çok değişkenli regresyon modelleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Oluşturulan kaza sayısı tahmin modellerinin sonuçları HKO, OYH ve R değerleriyle kıyaslandığında en iyi sonuçları YSA tahmin modelinin verdiği görülmektedir.

Çok değişkenli regresyon yöntemleri kullanılarak yapılan kaza sayısı tahmin sonuçları kendi içerisinde karşılaştırıldığında en iyi tahmin sonuçlarını pure-quadratic regresyon modelinin verdiği görülmektedir. Pure-quadratic regresyon yönteminde değişkenlerin karelerinin de alınarak farklı bir değişken olarak modele girtilmesi, modelin gücünün artmasına sebep olmaktadır.

Kaza sayısı tahmin modellerinde kullanılan değişkenler değerlendirildiğinde en etkili değişkenin seyahat edilen araç milli olduğu görülmektedir.

Bu çalışma sonucunda görüldü ki; araç sayısı, sürücü sayısı, nüfus ve seyahat edilen araç mili değişkenlerinden yararlanarak yapılan kaza sayısı tahminleri başarılıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

Aghayan I. Improved traffic crash modeling through accuracy and response time using classification algorithms: A model comparison approach, Eastern Mediterranean University (EMU), Doctoral dissertation 2013.

Akguuml AP., Doğan E. An application of modified Smeed, adapted Andreassen and artificial neural network accident models to three metropolitan cities of Turkey. Scientific Research and Essays 2009; 4(9): 906-913.

Altun İ., Dündar S., Yöntem K. Yapay sinir ağları ile trafik akım kontrolü. Deprem Sempozyumu, Kocaeli 2005; 1335-1344.

Ataseven B. Yapay sinir ağları ile öngörü modellenmesi 2013.

- Cansız ÖF., Çalışıcı M., Ünsalan K. Türkiye karayollarında meydana gelen kazalarda oluşan yaralı sayısı için tahmin modellerinin oluşturulması. 2. Uluslararası Mühendislik ve Tasarım Kongresi, Kocaeli 2017.
- Cansız ÖF. Enerji politikalarının ulaştırma sistemlerinin optimizasyonu ile geliştirilmesi ve uygulamadan elde edilen getirilerin ortaya konması. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi 2007; 352s.
- Cansız ÖF., Ünsalan K., Erginer İ. Karayolları enerji tüketiminin yapay zeka ve regresyon yöntemleri ile modellenmesi. Uludağ Üniversitesi 2020.
- Cansız ÖF., Çalışıcı M., Miroglu MM. Use of artificial neural network to estimate number of persons fatally injured in motor vehicle accidents. In Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Mathematics 2009; 136-142.
- Çelik Ş. Zaman serileri analizi ve trafik kazası verilerine uygulanması. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2013; 3(4): 43-51.
- Erginer M., Cansız ÖF., & Erginer İ. Trafik kaza sayısının ve yaralı sayısının yapay sinir ağları ile tahmini. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 29-35.
- Es HA., Kalender FY., Hamzaçebi C. Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 2014; 29(3): 495-504.
- Kıbar FT. Türkiye'de kamyon kazaları ile trafik ve karayolu geometrik özellikleri arasındaki ilişkinin istatistiksel ve yapay sinir ağları yöntemleri ile modellenmesi. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü 2015.
- Mussone L., Ferrari A., Oneta M. An analysis of urban collisions using an artificial intelligence model. Accident Analysis & Prevention 1999; 31(6): 705-718.
- Ramli MZ. Development of accident prediction model by using artificial neural network (ANN). Doctoral dissertation, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia 2011.



Diyarbakır'da İlköğretim Öğrencilerinin Hayvansal Kaynaklı Protein Tercih ve Tüketimlerinin Belirlenmesi

Ramazan DEMİREL¹, Ali Murat TATAR², Dilek Şentürk DEMİREL^{3*}

^{1,2,3}Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, 21280, Diyarbakır

¹<https://orcid.org/0000-0003-0816-4125>

²<https://orcid.org/0000-0002-4993-2779>

³<https://orcid.org/0000-0003-4142-2632>

*Sorumlu yazar: e-mail senturk@dicle.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 19.03.2021

Kabul tarihi: 11.08.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Hayvansal protein

Balık

Et

Süt

Yumurta

ÖZET

Araştırma, Diyarbakır merkeze bağlı 4 ilçede (Bağlar, Kayapınar, Sur, Yenişehir) öğrenim gören 478 ilköğretim öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Her bir ilçede önceden belirlenen okullardan, ilköğretim 4., 6. ve 7. sınıf öğrencileriyle yapılan anketlerden elde edilen veriler kullanılarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Anket verileri Khi kare testiyle değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Yapılan anketlerle, öğrencilerin cinsiyeti, yaşı, yaşadığı ilçe, sınıfı, kardeş sayısı, ailenin eğitim durumu ve ebeveynlerinin maddi durumları ile beslenme tercihleri, tüketilen et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, yumurta tüketimleri arasındaki istatistiksel ilişki araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre, öğrencilerin cinsiyeti, yaşı, bağlı olduğu ilçe, sınıfı, kardeş sayısı, ailenin eğitim durumu ve ebeveynlerinin maddi durumu ile hayvansal proteinle beslenme tercihleri arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmıştır.

Determination of Animal Based Protein Preferences and Consumptions of Primary and Secondary School Students in Diyarbakır

Research Article

Article History:

Received: 19.03.2021

Accepted: 11.08.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Animal protein

Fish

Meat

Egg

ABSTRACT

This research was carried out with 478 primary and middle school students in 4 central districts (Bağlar, Kayapınar, Sur, Yenişehir) of Diyarbakır. This study was carried out using the data obtained from primary of questionnaires with 4th, 6th and 7th grade students from pre-determined schools in each district. The survey data were evaluated with the Khi square test and the results were interpreted. With the surveys, the statistical relationship between students' gender, age, district, class, number of siblings, education status of the family and the financial status of their parents and their nutritional preferences, meat and meat products consumed, milk and dairy products, egg consumption were investigated. According to the results of the research, it was found that there is a statistical relationship between the gender, age, district, class, number of siblings, education level of the family and the financial status of the parents and the preferences of animal protein.

To Cite: Demirel R., Tatar AM., Demirel DŞ. Diyarbakır'da İlköğretim Öğrencilerinin Hayvansal Kaynaklı Protein Tercih ve Tüketimlerinin Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 355-371.

Giriş

Dünya’da ve ülkemizde son yıllarda hızla artan nüfus, insanların nicel ve nitel olarak beslenme problemlerini daha belirgin hale getirmektedir. Günümüzde özellikle gelişmemiş ülkelerde ciddi ölçüde yetersiz ve dengesiz beslenmeden dolayı sağlık problemleri meydana gelmektedir. Bunun başlıca nedenleri: kuraklık, aşırı yağışlar, hastalık ve zararlılar, tarım arazilerinin insan yerleşimlerine açılması vb. yanı sıra, gelişmiş ülke insanların aşırı gıda tüketimleri ve gıda israfıdır. Dünyadaki mevcut gıda kaynakları adil bölüşülmemekte ve önemli bir kısmı da israf edilmektedir. Hızlı nüfus artışı devam ettiği sürece bu dengesizlik ve yetersizlik daha belirgin hale gelecektir.

İnsanın büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken olarak yaşayabilmesi için gerekli olan besin öğelerinin hepsini belirli bir zaman diliminde yeterli miktarlarda alabilmesi gerekmektedir. Bu öğelerin herhangi birinin yetersizliğinde veya gereğinden çok alındığında, büyüme ve gelişmenin engellendiği ve sağlığın bozulduğu bilinmektedir. Vücudun büyüme ve gelişmesi, verimli çalışması, dış etkenlere ve hastalıklara karşı dirençli olabilmesi için yeterli ve dengeli beslenme büyük öneme sahiptir. Yaşamın sağlıklı olarak sürdürülebilmesi için vücudun ihtiyaç duyduğu protein ihtiyacının mutlaka günlük olarak alınması gerekir. Hücrelerde çok az miktarda protein depolanabildiği için ihtiyaçtan fazla alınan protein yağa ve glikojene dönüştürerek depolanmaktadır.

Alınan proteinin kaynağı ve kalitesi de son derece önemlidir. Hayvansal proteinlerin bitkisel proteinlere göre sindirimi kolay ve emilim oranı daha yüksektir. Ayrıca hücrelerin ihtiyaç duyduğu tüm amino asitler hayvansal proteinlerde yeterli miktarlarda bulunur. Boy uzamasına, kan hücrelerinin çoğalmasına, bağışıklık sistemi elemanlarının aktifleşmesine, kas ve sinir sisteminin gelişiminde rol oynayan amino asitler daha çok hayvansal gıdalarda bulunur. Sağlıklı birey ve toplum için özellikle çocukların gelişme dönemlerinde ihtiyaç duyduğu besin öğelerini yeterli ve dengeli olarak alabilmeleri gerekir. Enerji ve besin öğeleri (protein, vitamin ve mineraller vb.) vücudun gereksinimleri düzeyinde alınamazsa, yeterli enerji oluşmadığı ve vücut dokularının ihtiyaçları karşılanamadığı için yetersiz beslenmeye bağlı sorunlar meydana gelmektedir. Yeterli besin tüketimine karşın, uygun seçim yapılmadığı ya da yanlış pişirme yöntemi uygulandığı zaman bu besinlerin vücut çalışmasındaki işlevi yerine getirilemediğinden yine dengesiz beslenme denilen sağlık problemi oluşmaktadır.

Okul çağındaki çocukların sağlıklı ve dengeli beslenmesi fiziksel gelişmeyi sağladığı gibi, okul başarısını ve ileriki yıllarda kronik hastalıkların önlenmesinde etkilidir. Okul dönemi çocuklarının, sağlıklarının korunarak, büyüme ve gelişmelerinin sürdürebilmesi için yaşlarına uygun olarak beslenmeleri gerekir (Garipağaoğlu ve Güneş, 2008). Kahvaltı yapmadan okula giden çocukların dersleri yeterince anlamadıkları, algılamalarının düşük, dikkat sürelerinin kısa olduğu, öğrenmede güçlük çektikleri, bazılarında da baş dönmesi ve ağrı gibi sorunları olduğu ifade edilmiştir (Baysal, 1999)

Çin’de on yaşındaki kız çocukları iki yıl boyunca düzenli süt tükettikten sonra süt içmeyenlere göre boyları hızla artmış ve kemik yoğunluğu yüksek bulunmuştur (Du ve ark. 2004).

Türkiye’de bireylerin beslenmesinde günlük alınması gereken enerji düzeyi yeterliyken, dengesiz beslenmenin söz konusu olduğu ifade edilmiştir. Ülkemizde genel olarak, yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlayacak miktar ve kalitede hayvansal ürünlere erişim sorunu özellikle kırmızı et konusunda yaşanmaktadır (Gürer, 2013).

Yeterli ve dengeli beslenme, büyüme ve gelişme, varlığın sürdürülebilmesi ve faaliyetlerin en iyi biçimde yapılabilmesi için gerekli besinlerin çeşitlerini uygun miktarlarda, besin değerini yitirmeden, sağlığı bozmadan en ekonomik biçimde alınması ve vücutta kullanılması olarak tanımlanır (Açıkgöz, 2006). Bir ülkenin ekonomik ve sosyal yönden kalkınmasında en önemli etken olan sağlıklı, üretken ve yetenekli insan potansiyeline sahip olabilmek için toplumu oluşturan bireylerin özellikle de sürekli ve hızlı bir büyüme ve gelişme süreci içinde bulunan çocukların yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmesi gerekmektedir (Baykan, 1999). Nitekim beslenme anne karnından yaşlılığa kadar insan yaşamında her dönemde önemlidir (Pekşen, 2010) .

Besin gruplarından herhangi biri gereğinden az ya da çok alındığında büyüme ve gelişmenin engellendiği, sağlığın bozulduğu bilimsel olarak ortaya konulmuştur (Baysal, 2004). Beslenmede amaç; bireyin yaşına, cinsiyetine, çalışma ve özel durumuna göre ihtiyacı olan enerji ve besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda sağlanmasıdır (Kılıç ve Şanlıer, 2007).

Okul çağı çocukların toplumsal yaşamdaki ilk dönemi olması nedeniyle beslenme alışkanlıklarının oluşmasında aile, arkadaş çevresi reklamlar ve okul kantini en büyük etkiye sahip olması nedeniyle de eğitim ve denetlemenin gerekliliği ortadadır (Karaca ve ark. 2007).

Annenin eğitimi ve statüsünün çocukların sağlıklı ve dengeli beslenmelerinde oldukça önemlidir. Okul çağındaki çocukların hızlı bir büyüme ve gelişme süreci içinde olmaları nedeniyle, en yüksek düzeyde besin maddelerine bu dönemde ihtiyaç duymaktadırlar ve bu dönemde kazanılacak beslenme alışkanlıklarının ömür boyu sürdürüldüğü ifade edilmektedir (Törüner, Büyükgöncü, 2012).

Ailelerin yiyecek tercihleri ve alışkanlıklarının çocukların beslenme alışkanlıkları ve yiyecek seçimlerini etkilemesi nedeniyle sağlıklı ve dengeli beslenme konusunda ailelerin bilgilенmesinin büyük önemi bulunmaktadır (Bilgen Sivri ve Özpulat 2015).

Bu çalışmada, Diyarbakır merkeze bağlı 4 ilçede bulunan ilköğretim öğrencilerinin kardeş sayısı, ekonomik durum, ailelerin eğitim durumu vb. faktörlere göre çocukların beslenme durumları, hayvansal protein kaynaklarına karşı ilgileri ve hayvansal protein kaynağı tercihlerinin neler olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma materyalini 2019 yılı içerisinde Diyarbakır Merkeze bağlı dört ilçede (Bağlar, Kayapınar, Sur, Yenişehir) öğrenim gören 478 ilköğretim (ilkokul ve ortaokul 4, 6 ve 7. sınıf) öğrencisiyle yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmuştur.

İlçedeki okullar ailelerin gelir durumu ve nüfus yoğunluğu göz önüne alınarak belirlenmiştir. Okul idaresinden anket için gerekli izinler şifahi olarak alındıktan sonra, daha önce araştırmacılar tarafından hazırlanan ve basılan toplam 29 soru içeren anket formu (Ek1), ders bitiminde öğretmenlerin gözetiminde öğrencilere konu hakkında bilgilendirme yapılarak, her bir öğrenciye ayrı ayrı dağıtılmış ve yaklaşık 15 dakikalık teneffüs süresi içerisinde tamamlanmıştır. Ankette öğrencilerin cinsiyeti, yaşı, yaşadığı ilçe, kardeş sayısı, ailenin eğitim durumu ve ebeveynlerinin maddi durumları, beslenme tercihleri, tüketilen et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri ile yumurta tüketimleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Günlük veya haftalık tüketilen hayvansal gıdaların belirlenen porsiyonları üzerinden günlük protein tüketimleri saptanmıştır. Daha sonra hayvansal protein kaynaklarının içerdiği protein oranları, tüketilen protein kaynaklarının miktarlarıyla çarpılarak günlük protein tüketimleri hesaplanmıştır. Bulunan günlük hayvansal protein miktarları bakımından okulunun bulunduğu ilçe (bu aynı zamanda yaşadığı yer olarak da kabul edilmiştir), ebeveynlerin maddi durumları (öğrencilerin günlük harçlık miktarlarına göre kabul edilmiştir), kardeş sayıları vb. özellikler arasında kıyaslamalar yapılmıştır.

Araştırma verileri SPSS 21.0 paket programıyla, istatistiksel analizler Khi kare yöntemine göre değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Öğrencilerin yaş gruplarına göre tüketmeleri gereken protein kaynağı porsiyon miktarları

Süt grubundan yaş gruplarına göre bir günde tüketilmesi önerilen porsiyon miktarları;

5 - 11 yaş grubu çocuklarda 2,5 - 3 porsiyon;

12 - 18 yaş grubu çocuklarda 3 porsiyon

Bir porsiyona eş değer süt grubu besinlerin miktarlar

Süt, yoğurt, kefir: 200 ml;

Ayran: 350 ml;

Beyaz peynir türleri: 60 g;

Kaşar peynir türleri: 40 g;

Yaş çökelek - lor peyniri: 150 g

Et, yumurta grubundan yaş gruplarına göre bir günde tüketilmesi önerilen porsiyon miktarları

5 - 11 yaş grubu çocuklarda: 2 - 3 porsiyon;

12 - 18 yaş grubu çocuklarda: 2,5 - 4 porsiyon,

Bir porsiyona eş değer et ve yumurta grubu besinlerin miktarları:

Et çeşitleri (kırmızı, tavuk, hindi vb): 100 g;

Balık: 150 g;

Yumurta: 100 g (2 adet) (Anonim, 2020a)

Hayvansal ürünlerin protein içerikleri (%)

A. Süt ve Ürünleri:

İnek sütü: 3,4

İnek yoğurdu: 3,5

Beyaz peynir: 19
Örgü peyniri: 27
Kaşar peyniri: 27
Otlı peynir: 15

B. Etler:

Dana eti: 18
Koyun, keçi eti: 18
Tavuk, hindi eti: 21
Balık eti: 20

C. Yumurta:

Tüm yumurta: 12 (Anonim, 2020b)

Öğrencilerin yaş gruplarına göre tüketmeleri önerilen günlük protein kaynağı porsiyon ve miktarları Hacettepe Üniversitesi yayını “Türkiye’ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi”nden alınırken (Anonim 2020a), hayvansal ürünlerin protein içerikleri Sağlık Bakanlığı’nın Türkiye Beslenme Rehberinden alınmıştır (Anonim 2020b).

Bulgular ve Tartışma

Ankete 229 (%47,91) kız ve 249 (%52,09) erkek öğrenci katılmıştır. Kızların ortalama kilosu 38,24 kg iken, erkeklerin kilosu 38,78 kg olarak tespit edilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin %94,56’sının günlük harçlık aldığı, %5,44’ünün ise almadığı tespit edilmiştir. Öğrenci ailelerinin %33,26’sının kiralık evde, %66,74’ünün ise kendi evlerinde ikamet ettikleri belirlenmiştir. Ailelerin %42,26’sının otomobil sahibi oldukları, %57,74’ünün ise otomobil sahibi olmadığı belirlenmiştir. Hiç kardeşi olmayan sadece 3 (%0,63) öğrenci bulunurken, kardeş sayısı 1-3 arası olan 216 (%45,19), 4-6 arası 199 (%41,63), 7-9 arası 55 (%11,51) ve >10 olan 5 (%1,05) öğrenci tespit edilmiştir.

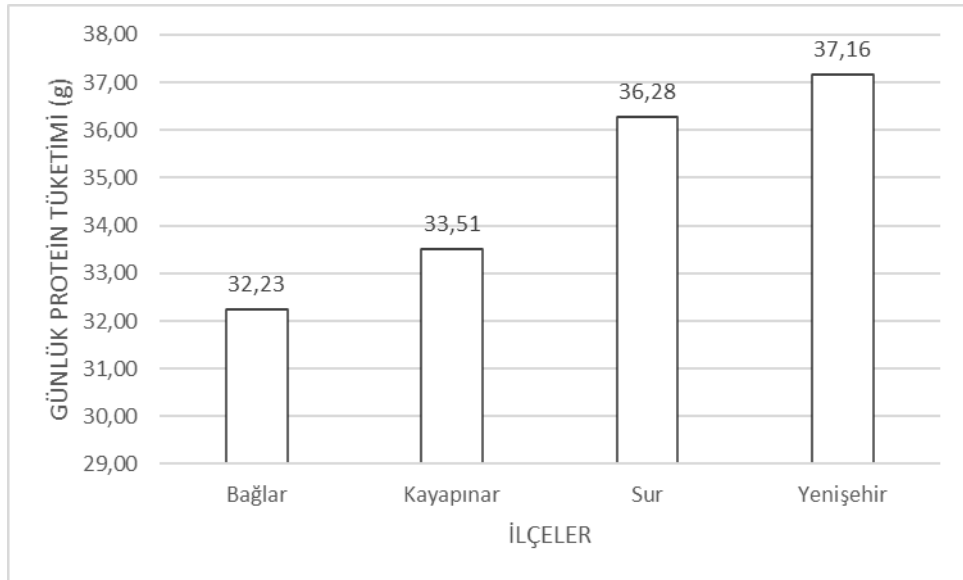
İlköğretim Öğrencilerinin Günlük Protein Tüketimi

Öğrencilerle yüz yüze gerçekleştirilen anket sonucunda (478 öğrenciyle) elde edilen verilere göre; erkek öğrencilerin (229 kişi) ortalama günlük protein tüketimi 35,16 g iken, kız öğrencilerin (249 kişi) 33,82 g olarak belirlenmiştir. Erkek öğrencilerin ortalama canlı ağırlıkları 38,24 kg, kız öğrencilerin ise 38,78 kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Öğrencilerin canlı ağırlıkları dikkate alındığında her iki cinsiyetinde yeterli miktarda günlük protein aldıkları söylenebilir. Zira sağlıklı ve dengeli beslenmek için günlük protein tüketimi kg ağırlık başına en az 0,8-1 g olması gerekir (Anonim 2020b). Bu değer gelişme çağındaki çocukların fiziksel ve mental gelişimleri içinde oldukça önemlidir. Ankete katılan öğrencilerin günlük hayvansal protein tüketimi içinde en büyük payı süt ve süt ürünleri alırken, bunu sırasıyla tavuk, balık ve kırmızı et izlemiştir. Öğrencilerin tükettikleri toplam proteindeki en büyük payı %24,6 ile peynir oluştururken, et çeşitlerinden %20,6’lık payla tavuk, daha sonra balık ve kırmızı et takip etmiştir. Benzer sonuçlar Kutlu ve Çivi (2009) tarafından 7 - 14 yaşlarındaki öğrencilerin

günlük hayvansal protein kaynağı tüketimlerinin büyük ölçüde süt ve ürünlerinden karşılandığını bildiren çalışmalarıyla uyumlu iken, et tercihleri ve tüketim miktarlarıyla uyumlu bulunmamıştır.

İlçelere Göre Öğrencilerin Günlük Protein Tüketimi

Yenişehir ilçesinde ikamet eden öğrencilerin en düşük kiloya sahip olmalarına rağmen, toplam protein tüketimi (37,16 g) diğer ilçelere göre daha yüksek bulunmuştur. Okul çağındaki çocukların sağlıklı ve dengeli beslenmeleri açısından bu sonuç olumlu görülmektedir. Günlük toplam protein tüketimi açısından Yenişehir ilçesini sırasıyla Sur (36,28 g), Kayapınar (33,51 g) ve Bağlar (32,20 g) ilçelerinin izlediği tespit edilmiştir. Tüketilen et çeşitlerinden protein ihtiyaçlarının büyük bir kısmını tavuk etinden karşılandığı, fakat Sur ilçesinde balığın, tavuk etinden daha çok tüketildiği belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 1). İlçelerde yaşayanların gelir durumları dikkate alındığında, en düşük gelire sahip olanların yaşadığı Bağlar ilçesindeki öğrencilerin daha az günlük protein tükettikleri belirlenmiştir.



Şekil 1. Öğrencilerin Yaşadıkları İlçelere Göre Günlük Protein Tüketimleri (g)

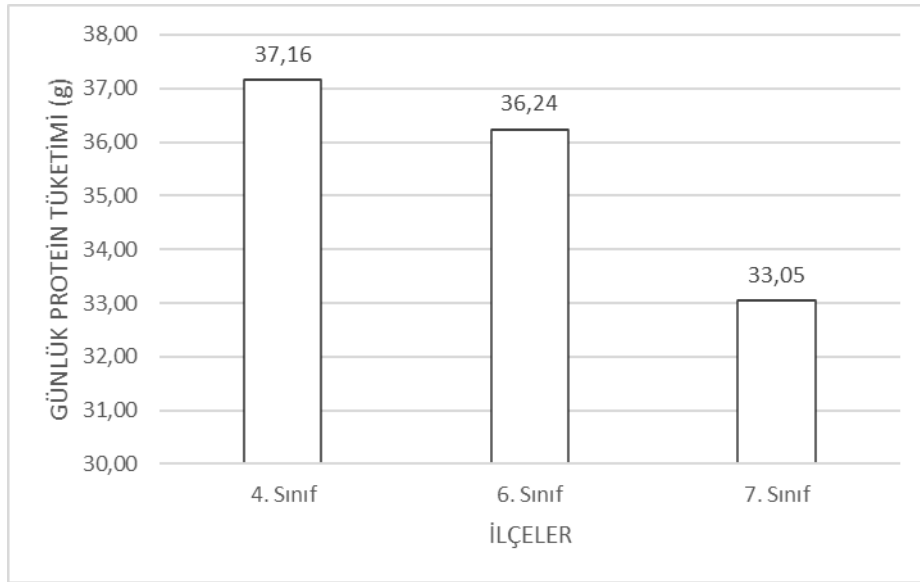
Öğrencilerin Sınıflara Göre Günlük Protein Tüketimi

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlara göre 4. ve 6. sınıflardaki öğrencilerin protein tüketimleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık bulunmazken, 7. sınıf öğrencileriyle karşılaştırıldığında önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur. Ortalama en yüksek protein tüketimi 37,16 g ile 4'üncü sınıf öğrencilerinde saptanırken, bunu 36,24 g ile 6. sınıf ve 33,05 g ile 7. Sınıf öğrencileri izlemiştir. Öğrencinin sınıfı ve yaşı arttıkça kilosunun da arttığı dikkate alındığında protein tüketiminin de doğru orantılı olarak artması beklenmektedir. Oysa çalışmamızdan elde edilen sonuca göre öğrencinin sınıfı ve yaşı arttıkça protein tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir. Bunun muhtemel nedenlerinin başında öğrencinin yaşı ilerledikçe ebeveynlerin çocuklarının besin tüketimi üzerine etkisinin azalması gelmektedir. Öğrencinin sınıf düzeyi yükseldikçe en yüksek hayvansal protein

tüketiminin artarak peynirden sağlandığı, bunu sırasıyla, tavuk, balık ve kırmızı etin izlediği tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2).

Yaş Gruplarına Göre Öğrencilerin Günlük Protein Tüketimleri

Yaş gruplarına göre günlük toplam protein tüketimi değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Öğrencilerin yaşa bağlı protein tüketimi en çok 10 yaşında (37,55 g), en az protein tüketimi ise 14 yaşında olan çocuklarda (28,89 g) görülmüştür. En küçük yaş grubu olan 9 yaşındaki öğrenciler hariç, yaş arttıkça protein tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir. Öğrencinin yaşı arttıkça süt ve peynir tüketimi azalırken, balık ve tavuk eti tüketiminin arttığı tespit edilmiştir. En çok peynir tüketenlerin 9 yaşında, sütü 10 yaşındaki çocukların diğer yaşlardaki çocuklardan daha çok tükettiği, yoğurdu daha çok 14 yaşındakilerin tükettikleri, balık, tavuk ve kırmızı eti 14 yaşındaki çocukların çoğunlukta tükettiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Bunun nedeni de öğrenci büyüdükçe ebeveynlerinin baskısının etkisinin azalması olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin kiloları ile tükettikleri günlük toplam protein miktarı dikkate alındığında sağlıklı ve dengeli beslenme için gereken protein tüketiminin yeterli olması nedeniyle beslenme açısından endişelenilecek bir durum olmadığını söylemek mümkündür. Başka bir deyişle ankete katılan çeşitli yaş grubundaki öğrencilerin dengeli beslendiği söylenebilir. Araştırma bulgularımız Kutlu ve Çivi'nin (2009) öğrencilerin büyük çoğunluğunun %62,5'inin süt ve yoğurdu, %58,9'unun ise peyniri her gün tükettiklerini bildirdikleri çalışmalarıyla benzer bulunmuştur.

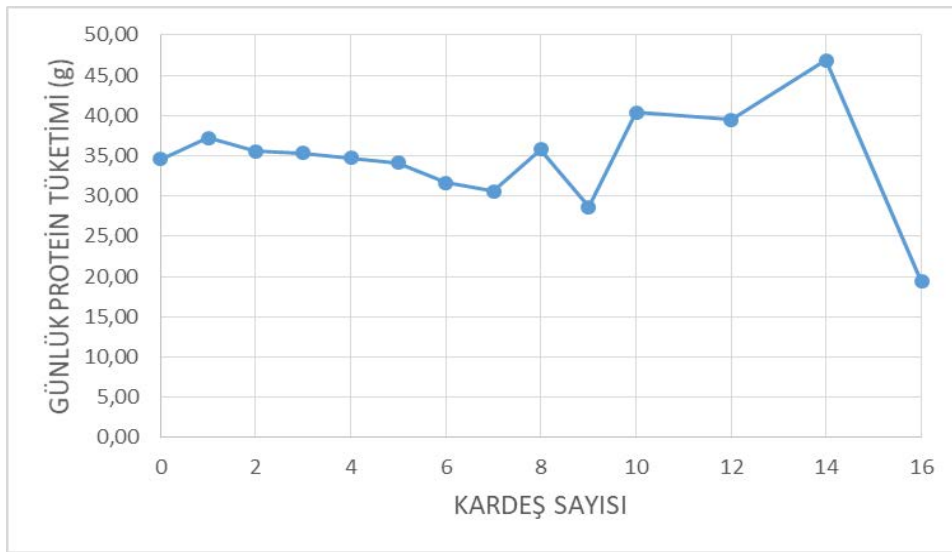


Şekil 2. Öğrencilerin Sınıflara Göre Günlük Protein Tüketimi (g)

Öğrencilerin Kardeş Sayısına Göre Protein Tüketimleri

Diyarbakır genelde Türkiye, özelde Güneydoğu Anadolu bölgesinde kardeş sayısı yüksek illerden birisidir. Kardeş sayısına göre günlük toplam protein tüketimi değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, canlı ağırlık bakımından önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Hiç kardeşi

olmayanların canlı ağırlığı kardeşi olanlardan düşük bulunmuştur. Bunu hiç kardeşi olmayanların sayısının azlığıyla açıklamak mümkündür. Anket sonuçlarına göre 219 kişinin en fazla 3 kardeşi olduğu, buna karşın 259 kişinin ise 3 ten fazla kardeşe sahip oldukları tespit edilmiştir. Hiç kardeşi olmayanlar ile kardeş sayısı ≥ 10 olan öğrenciler hariç, genel olarak kardeş sayısı arttıkça protein tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek günlük toplam protein tüketimi 37,14 g ile kardeş sayısı 10'dan fazla olan 5 öğrenciyle elde edilirken, en düşük değer 31,89 g ile kardeş sayısı 7 - 9 arasındaki 55 öğrenciyle elde edilmiştir. Hiç kardeşi olmayan 3 öğrencinin günlük protein tüketiminin en büyük kısmını (%26,70) balıktan sağlarken; kardeş sayısı 1-3, 4-6 ve ≥ 10 olan öğrencilerde sırasıyla %24,12, %25,70 ve %23,59 ile peynirden; kardeş sayısı 7-9 arasındaki öğrencinin ise tavuk etinden (%23,56) sağladığı belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 3).



Şekil 3. Öğrencilerin Kardeş Sayısına Göre Protein Tüketimleri (g)

Öğrencilerin Vücut Kitle İndeksine Göre Protein Tüketimleri

Dünya Sağlık Örgütüne göre (DSÖ) vücut kitle indeksi (VKİ), bireyin canlı ağırlığının boyunun karesine bölümüyle hesaplanır. Buna göre DSÖ çocuklarda VKİ değeri $18,5 \text{ kg/m}^2$ 'in altındaysa zayıf, $18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$ arasında ise normal kilolu, $25-29,9 \text{ kg/m}^2$ arasında ise fazla kilolu, $30-34,9 \text{ kg/m}^2$ arasında ise 1. derece obez, $35-39,9 \text{ kg/m}^2$ arasında ise 2. derece obez, 40 kg/m^2 'in üzerinde ise 3. derece morbid obez olarak tanımlamaktadır (Anonim 2020c).

Vücut kitle indeksi ve öğrencilerin kiloları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($P < 0,01$). Araştırmada öğrencilerin VKİ bakımından %32,2'sinin normal kilolu, %67,8'inin ise zayıf kategoride oldukları görülmüştür. Her iki gruptaki öğrencilerin toplam hayvansal protein tüketimleri benzer bulunmuştur. İlçeler açısından bakıldığında normal kilolu öğrencilerin %41,6'sı ve zayıf olan öğrencilerin %42'si Kayapınar ilçesinde yer almaktadır. Cinsiyet bakımından VKİ değerlendirildiğinde normal ve zayıf kilolu kategorilerinde öğrencilerin sırasıyla %51,3'ünü ve %52,5'ini kız öğrenciler oluşturmaktadır (Tablo 1).

Araştırmada elde edilen VKİ değerleri, Taşdemir (2019)'in Şereflikoçhisar'daki 9-12 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinin VKİ'nin 17,7-17,8 arasında değiştiğini belirttiği sonuçlarla uyumlu bulunurken; Kutlu ve Çivi (2009)'nin yaşları 7-14 arasındaki öğrencilerin fazla kilolu ve obez olanların, zayıf olanlardan daha fazla olduğunu belirttikleri çalışmalarıyla; Kaşıkçı (2010)'un 12-14 yaşlarındaki öğrencilerin %45,7'sinin VKİ normal ve %43,7'sinin ise zayıf olduğunu bildirdiği sonuçlarla ve Nişancı Kılınç ve Çağdaş (2012)'nin sağlık meslek lisesindeki kız öğrencilerin %13,9 düzeyinde kilolu ve şişman olduklarını belirttikleri bulgularla uyumlu bulunmamıştır.

Öğrencilerin Harçlık Durumuna Göre Protein Tüketimleri

Anket yapılan öğrencilerin %94,56'sının düzenli olarak harçlık aldığı belirlenmiştir. Harçlık alanların günlük protein tüketimi 34,79 g, almayanların ise 28,67 g olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Harçlık alan ve almayan öğrencilerin kiloları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Harçlık alan öğrencilerin günlük tükettikleri protein miktarının %60'tan fazlasını peynir, balık ve tavuk etinin oluşturduğu görülmektedir (Tablo 1). Harçlık aldığını ifade eden öğrencilerin süt ve peynir hariç diğer protein kaynaklarını harçlık almayan öğrencilere göre daha az tükettikleri görülmektedir. Bu durum parası olan öğrencilerin evde ailelerinin zorlamasından kurtularak okulda istediklerini satın aldıklarını düşündürmektedir. Düzenli harçlık alamayan, gelir durumu düşük olan çocukların ise yumurta, yoğurt ve tavuk eti gibi nispeten daha ucuz olan kaynaklara yöneldiği söylenebilir.

Aldığı harçlık miktarına göre bakıldığında 1-5 TL harçlık alanlarda yumurta tüketimi, 5 TL den fazla harçlık alanlarda peynir tüketimi, harçlık almayanlarda süt, peynir, balık ve kırmızı et tüketiminin daha çok olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin Çeşitli Parametrelere Göre Protein Kaynağı Tercihleri ve Günlük Protein Tüketimleri

ÖZELLİK		N	%	Öğrenci Kilosu $\bar{X} \pm S_x$	En Küçük	En Büyük	Yumurta	Süt	Yoğurt	Peynir	Balık	Tavuk	Kırmızı et	Günlük Protein Tüketimi, g
Öğrencinin Cinsiyeti	Erkek	229	47,91	38,24±0,444	25	62	8,12	8,73	3,86	24,61	19,28	20,48	14,91	35,16
	Kız	249	52,09	38,78±0,440	25	62	8,09	8,40	3,81	24,60	19,05	20,71	15,34	33,82
İlçe	Bağlar	97	20,29	39,32±0,635a	30	62	9,39a	6,74b	4,21a	23,73ab	20,17	21,68a	14,09b	32,20b
	Kayıpınar	200	41,84	40,63±0,451a	26	60	7,81b	6,96b	3,98a	25,86a	18,87	21,06a	15,47ab	33,51b
	Sur	90	18,83	39,47±0,724a	27	62	7,32b	10,55a	3,43b	24,55ab	19,19	19,01b	15,94a	36,28a
	Yenişehir	91	19,04	32,12±0,434b	25	42	8,17b	12,05a	3,51b	22,85b	18,68	20,01ab	14,74ab	37,16a
Sınıfı	4	91	19,04	32,12±0,434 ^b	25	42	8,17 ^{ab}	12,05a	3,51b	22,85	18,68	20,01ab	14,74	37,16a
	6	94	19,67	39,20±0,709a	26	62	7,34 ^b	10,20b	3,48b	24,68	19,37	19,10b	15,83	36,24a
	7	293	61,30	40,29±0,370a	28	62	8,34 ^a	6,95c	4,05a	25,13	19,24	21,26a	15,04	33,05b
	9	5	1,05	36,00±1,975b	30	42	7,25b	10,54ab	3,56a	27,54a	17,74	18,29b	15,07	33,14ab
Yaşı	10	69	14,44	32,17±0,497c	25	42	8,06b	11,93a	3,43a	23,04ab	18,99	19,56b	14,99	37,55a
	11	60	12,55	36,3±0,870b	25	50	8b	10,32ab	3,5a	24,26ab	18,84	19,51b	15,56	35,54a
	12	156	32,64	39,82±0,533ab	28	62	7,88b	8,25abc	3,93ab	25,18ab	19,32	20,55b	14,88	34,48ab
	13	169	35,36	40,34±0,486a	28	62	8,15b	7,18bc	3,94ab	25,44a	19,16	20,91b	15,23	33,47ab
	14	19	3,97	42,47±1,349a	32	53	10,35a	5,05c	4,67a	18,48b	19,78	26,02a	15,64	28,89b
Kardeş sayısı	0	3	0,63	31,67±2,963 ^b	26	36	8,59	13,21	3,54	19,27	26,70 ^a	17,99	10,69	34,56
	1-3	216	45,19	38,44±0,475 ^a	25	62	7,97	9,42	3,70	24,12	18,67 ^{ab}	20,42	15,72	35,68
	4-6	199	41,63	38,52±0,448 ^a	25	62	8,16	7,80	3,91	25,70	19,48 ^{ab}	20,01	14,93	33,78
	7-9	55	11,51	38,93±1,030 ^a	27	60	8,39	7,66	4,10	22,93	19,60 ^{ab}	23,56	13,76	31,89
	≥ 10	5	1,05	41,80±5,083 ^a	30	55	8,71	9,06	3,70	23,59	18,10 ^b	20,58	16,26	37,14
VKİ	Sağlıklı Kilo	154	32,22	43,92±0,496 ^a	30	62	7,89	8,79	3,86	24,27	18,76	20,94	15,49	34,51
	Zayıf	324	67,78	35,96±0,308 ^b	25	60	8,21	8,45	3,82	24,77	19,35	20,44	14,97	34,44
Harçlık alma durumu	Evet	452	94,56	38,41±0,314	25	62	8,01b	8,74a	3,80	24,86a	19,09	20,37b	15,12	34,79a
	Hayır	26	5,44	40,46±1,793	26	62	9,88a	5,34b	4,35	20,17b	20,33	24,51a	15,41	28,67b
Günlük Harçlık Miktarı	< 1 TL	135	28,24	38,97±0,601	25	58	7,66ab	9,08	3,88	25,31	18,01	20,58a	15,46	35,41ab
	1-5 TL	291	60,88	38,15±0,399	25	62	8,46a	8,29	3,87	23,91	19,55	20,95a	14,97	33,67b
	≥ 5 TL	27	5,65	38,89±1,349	30	55	7,17b	7,68	3,35	28,41	19,40	19,96a	14,03	34,67ab
	Almıyor	25	5,23	40,08±1,274	31	62	7,46ab	9,79	3,67	24,73	20,57	17,25b	16,53	38,33a

Tablo 2. Öğrencilerin Ebeveynlerinin Öğrenim Durumu, Mesleği ve Ekonomik Durumlarına Göre Protein Kaynağı Tercihleri

Özellik	N	%	Ortalama Ağırlık	En Küçük	En Büyük	Yumurta	Süt	Yoğurt	Peynir	Balık	Tavuk	Kırmızı et	Günlük Protein Tüketimi, g	
						%								
Babasının Öğrenim Durumu	Okur Yazar Değil	21	4,39	33,05±0,984b	27	43	8,67	9,85ab	4,11a	21,07	19,65	23,59a	13,06b	34,63
	Okur Yazar	35	7,32	34,69±1,046b	25	52	8,09	11,93a	3,43b	25,00	18,66	18,77b	14,12ab	35,48
	İlkokul	86	17,99	39,08±0,640a	25	55	8,29	7,87bc	4,18a	24,43	19,73	20,54b	14,95ab	33,06
	Ortaokul	106	22,18	38,88±0,681a	26	62	8,64	7,36c	3,92ab	25,04	19,66	21,07b	14,31ab	33,28
	Lise	117	24,48	38,97±0,633a	27	54	8,22	8,27bc	3,77ab	24,77	18,47	20,79b	15,72a	34,33
	Üniversite	113	23,64	39,50±0,672a	25	62	7,25	9,22bc	3,63ab	24,70	19,03	20,01b	16,16a	36,43
Babasının Mesleği	Çiftçi	6	1,26	40,00±4,235 ^{ab}	25	54	7,43ab	11,09	2,91b	24,44	21,51	16,39b	16,23	36,08ab
	Memur	134	28,03	39,29±0,596 ^{ab}	25	58	7,16b	9,21	3,77ab	25,07	18,33	20,49ab	15,96	36,19a
	İşçi	272	56,90	37,63±0,408 ^b	25	62	8,56a	8,20	3,95a	23,99	19,61	20,99a	14,71	33,46b
	Serbest	66	13,81	40,53±0,778 ^a	30	62	8,22ab	8,50	3,57ab	26,22	18,75	19,61ab	15,13	34,95ab
Annesinin Öğrenim Durumu	Okur Yazar Değil	134	28,03	37,17±0,626b	25	62	8,63a	9,64a	3,89	22,91	19,01bc	20,79	15,12ab	33,25b
	Okur Yazar	49	10,25	38,63±0,752ab	28	50	7,87ab	6,61b	3,88	26,21	21,62a	20,12	13,68b	34,58b
	İlkokul	110	23,01	38,35±0,611ab	26	60	8,56a	7,59ab	4,03	25,70	18,93bc	20,86	14,33ab	33,43ab
	Ortaokul	78	16,32	38,87±0,792ab	25	55	7,49ab	7,95ab	3,65	25,03	18,47bc	21,57	15,83ab	36,02ab
	Lise	58	12,13	40,24±1,035a	28	58	8,02ab	9,39a	3,55	25,53	17,77c	19,56	16,17a	35,05ab
	Üniversite	49	10,25	39,90±0,852a	30	62	6,99b	9,72a	3,79	23,40	20,35ab	19,64	16,12a	36,81a
Annesinin Mesleği	Ev Hanımı	441	92,26	38,36±0,326	25	62	8,16ab	8,43	3,84	24,65	19,16	20,61	15,14ab	34,28
	Memur	24	5,02	40,38±1,329	30	54	6,24b	10,37	3,51	24,47	19,22	19,63	16,56a	37,39
	İşçi	13	2,72	40,54±1,992	30	51	9,90a	9,46	4,10	23,38	18,84	21,91	12,40b	35,09
Babası Düzenli Para Kazanıyor mu?	Evet	369	77,20	38,47±0,358	25	62	7,95	8,82	3,73b	24,74	18,91	20,45	15,41	35,08a
	Hayır	109	22,80	38,71±0,649	26	62	8,66	7,69	4,17a	24,15	20,00	21,11	14,22	32,37b
Annesi Düzenli Para Kazanıyor mu?	Evet	58	12,13	39,14±0,862	27	62	7,35	10,32a	3,77	24,16	19,47	19,39	15,53	36,99a
	Hayır	420	87,87	38,44±0,336	25	62	8,21	8,32b	3,84	24,67	19,11	20,77	15,08	34,11b
Eviniz Kira mı?	Evet	159	33,26	37,80±0,560	25	62	8,07	8,11	3,99	23,01b	19,55	21,35	15,92a	33,49
	Hayır	319	66,74	38,88±0,376	25	62	8,13	8,78	3,75	25,40a	18,96	20,22	14,75b	34,94
Otomobil var mı?	Evet	202	42,26	38,89±0,488	25	62	7,77	9,40a	3,65b	24,81	18,64	20,53	15,19	35,31
	Hayır	276	57,74	38,25±0,408	25	62	8,36	7,94b	3,96a	24,45	19,54	20,65	15,10	33,84
Hayvansal gıdaların besin değerlerini biliyor musunuz?	Evet	196	41,00	37,93±0,492	25	62	7,99	9,05a	3,79	24,80	19,23	19,81b	15,32a	35,86a
	Hayır	103	21,55	38,67±0,720	25	60	8,36	8,94ab	3,74	24,19	18,86	21,77a	14,14b	34,17ab
	Kısmen	179	37,45	39,08±0,486	25	55	8,09	7,80b	3,93	24,63	19,26	20,79ab	15,51ab	33,10b

Babaların Öğrenim Durumuna ve Mesleğine Göre Protein Tüketimleri

Babanın öğrenim durumuna göre öğrencilerin günlük protein tüketimleri arasındaki farklılık önemsiz bulunurken, protein kaynağı olarak süt ($P<0,01$), yoğurt, tavuk ve kırmızı et tercihleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık bulunmuştur ($P<0,05$). Babanın öğrenim durumu ile çocukların kilosu arasında önemli düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Tablo 2). Babaları ilkökul mezunu olanlar hariç, babaların öğrenim durumu arttıkça öğrencilerin kilolarının da arttığı görülmüştür. Buna göre en yüksek protein tüketimi üniversite mezunu (36,43 g), en düşük ise ilkökul mezunu olan babaların çocuklarında (33,06 g) gerçekleşmiştir. Süt tüketimi en çok okuryazar olan babaların çocuklarında, yumurta tüketimi en çok okuryazar olmayan babaların çocuklarında, yoğurt ve balık tüketimi en çok ilkökul mezunu, peynir tüketimi en çok ortaokul, tavuk tüketimi en çok okuryazar olmayan, kırmızı et tüketimi ise en çok üniversite mezunu olan babaların çocuklarının tükettiği belirlenmiştir.

Ankete katılan çocukların baba mesleği olarak en çok işçilerin (272 kişi) yer aldığı belirlenmiştir. Babanın mesleğine göre öğrencilerin günlük protein tüketimi ($P<0,05$) ve kilosu ($P<0,01$) arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuş ve buna göre en yüksek protein tüketimi memur çocuklarında (36,19 g) görülürken, bunu çiftçi, serbest meslek ve işçi (33,46 g) çocukları şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir. Babalarının mesleğine göre çocukların ağırlığı incelendiğinde, en düşük grubun işçi (37,63 kg), daha sonra memur, çiftçi ve serbest meslek şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Yoğurt ve tavuk eti bakımından meslek grupları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($P<0,05$). Babaları işçi ve memur olarak çalışan, sabit ücretli kesimin çocuklarının yoğurt ve tavuk etini daha çok tercih ettiği; süt, balık ve kırmızı et tüketenlerin çiftçi, peyniri daha çok tercih edenlerin ise serbest meslek grubu babaların çocuklarından olduğu tespit edilmiştir.

Annelerin Öğrenim Durumu ve Mesleğine Göre Protein Tüketimleri

Çocukların annelerinin öğrenim durumuna göre en büyük grubu 134 kişi ile okur-yazar olmayanlar oluşturmuştur. Bunları ilkökul mezunu olanlar (110 kişi) izlemiştir. Anneleri üniversite mezunu olan öğrenciler günlük protein tüketimi en yüksek (36,81 g) olan grup olmuştur. Annenin eğitim durumuna göre öğrencilerin protein tüketimleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmekle beraber ($P<0,05$); öğrencinin kilosu, protein kaynağı olarak yumurta, süt ($P<0,01$), balık ve kırmızı et tüketimleri arasında farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek günlük protein tüketimi üniversite mezunu olan annelerin çocuklarında 36,81 g olarak belirlenirken, en düşük değeri anneleri okur-yazar olmayan gruba 33,25 g düzeyinde tespit edilmiştir. Yumurta tüketimi okur-yazar olmayan ve ilkökul mezunu annelerin, süt tüketimi en çok üniversite mezunu annelerin, yoğurt tüketimi ilkökul mezunu annelerin, peynir ve balık tüketenlerin okur-yazar annelerin, tavuk tüketenlerin ortaokul mezunu ve kırmızı et tüketenlerin ise lise mezunu annelerin çocuklarında saptanmıştır. (Tablo 2). Üniversite mezunu olan annelerin çocuklarının daha fazla süt, balık ve kırmızı

et tüketmeleri göreceli olarak daha iyi yaşam koşullarına sahip olmalarıyla ve daha bilinçli olmalarına bağlanabilir.

Çocukların annelerinin mesleği olarak en büyük grubu 441 kişiyle ev hanımları olduğu ve bunların çocuklarının ortalama protein tüketiminin 34,28 g olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Mesleği memur olan eğitimli annelerin çocukları daha fazla protein (37,39 g) tükettikleri görülmüştür. Annenin mesleği bakımından öğrencilerin yumurta ($P<0,01$) ve kırmızı et tüketimleri ($P<0,05$) arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Anneleri memur olan çocuklar daha fazla süt, balık ve kırmızı et tüketirken, işçi çocukları yumurta, yoğurt ve tavuk eti tüketmekte, peynir tüketenlerin daha çok ev hanımı annelerin çocukları olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen annelerin mesleği ve öğrenim durumuyla ilgili sonuçlar, Taşdemir (2019)'in annelerin %95,2'si ev hanımı; Bilgen Sivri ve Özpulat (2015)'in Akşehir merkezdeki ilkokul öğrencilerinin anneleri için tespit ettikleri %83,7'sinin ev hanımı ve %71,6'sının ilkokul mezunu olduğunu belirten sonuçlarla benzer bulunmuştur.

Babaların ve Annelerin Düzenli Para Kazanmasına göre Protein Tüketimleri

Babaların düzenli para kazanmasına göre çocukların yoğurt ve günlük tüketilen protein miktarı arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık söz konusudur ($P<0,01$). Babaları düzenli para kazanan öğrencilerin (369 kişi) kişi başı günlük protein tüketim miktarı 35,08 g iken, düzenli para kazanamayanlarda (109 kişi) bu miktar 32,37 g olarak tespit edilmiştir. Düzenli para kazanan babaların çocuklarının süt, peynir ve kırmızı eti daha çok tüketirken, düzenli para kazanamayan babaların çocuklarının ise yumurta, yoğurt, balık ve tavuk etini daha çok tercih ettikleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Annelerin düzenli para kazanmasına göre çocukların günlük tüketilen protein miktarı bakımından istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık söz konusudur ($P<0,05$). Annelerin % 88 gibi büyük çoğunlukla düzenli para kazanmadıkları görülmüştür. Düzenli para kazanan annelerin çocuklarının protein tüketimi 36,99 g olarak gerçekleşirken, diğer grubun 34,11 g protein tükettikleri tespit edilmiştir. Düzenli para kazanan annelerin protein kaynağı olarak süt, balık ve kırmızı eti tercih ettiği, düzenli para kazanmayan annelerin yumurta, yoğurt, peynir ve tavuk eti tercih ettikleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Ailelerin İkamet Ettiği Evin Mülk veya Kira Olmasına Göre Protein Tüketimleri

Ankete katılan öğrencilerden evi olan 319, kiracı olan 159 ailenin olduğu belirlenmiştir. Evi olanlarla olmayanlar arasında protein kaynağı olarak peynir ve kırmızı et tercihleri bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülürken ($P<0,05$), incelenen diğer parametreler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Kiracı olan ailelerin çocukları (33,49 g) daha çok yoğurt, balık, tavuk ve kırmızı et tercih ettikleri, buna karşın evi olanların (34,94 g) yumurta, süt ve peyniri tercih ettiği belirlenmiştir (Tablo 2). Ailelerin maddi durumlarını yansıtan en önemli kriterlerden birisi olan oturlan evin mülkiyet

durumudur. Buna göre kendi evlerinde oturanların maddi durumları kirada oturanlardan daha iyi olması ve dolayısı ile günlük protein tüketimlerinin daha yüksek olması beklenen bir durumdur.

Ailelerin Otomobil Varlığına Göre Protein Tüketimleri

Yapılan anket çalışmasında ankete katılan öğrencilerden ailesinin otomobili olan 202 çocuğun ortalama protein tüketimi 35,31 g olarak gerçekleşirken, otomobili olmayan 276 çocuğun 33,84 g protein tükettiği saptanmıştır. Otomobili olanlarla olmayanlar arasında protein kaynağı olarak süt ve yoğurt tercihleri bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($P<0,05$). Otomobili olan öğrenci ailelerinin gelir durumlarının olmayanlara göre daha iyi olduğu düşünüldüğünde günlük protein tüketimi de daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Otomobili olan ailelerin çocukları süt, peynir ve kırmızı eti daha çok tercih ederken, otomobili olmayan ailelerin çocukları yumurta, yoğurt, balık ve tavuk etini daha çok tercih ettikleri görülmüştür (Tablo 2).

Hayvansal Gıdaların Besin Değerlerinin Farkındalığına Göre Protein Tüketimi

Hayvansal gıdaların besin değerini bildiklerini ifade eden 196 öğrencinin ortalama kilosu en düşük olarak (37,93 kg) gerçekleşirken, bilmediğini beyan eden 103 öğrencinin 38,67 kg ve kısmen bildiğini belirten 179 öğrencinin 39,08 kg olarak tespit edilmiştir. Günlük toplam protein tüketimleri ise en yüksek düzeyde 35,86 g ile besin değerini bilenlerde gerçekleşirken bunu, bilmeyenler (34,17 g) ve kısmen diyenler (33,10 g) izlemiştir (Tablo 2).

Hayvansal gıdaların besin değerlerini bilip, bilmedikleri grupları arasında protein kaynağı olarak süt, tavuk, kırmızı et ve günlük ortalama tüketilen protein oranı bakımından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($P<0,05$). Hayvansal gıdaların besin değerlerini bildiklerini söyleyenler süt ve yoğurdu daha çok tercih ederken, bilmeyenler yumurta ve tavuk etini, kısmen bilenler ise yoğurt, balık ve kırmızı eti tercih etmişlerdir. Hayvansal protein kaynaklarının besin değerini bildiklerini ifade edenlerin düşük kilolu olmaları öğrencilerin bu konuda bilinçli olduklarını ve sağlıklı beslendiklerini göstermektedir.

Sonuç

Araştırma sonucuna göre; öğrencilerin cinsiyeti, yaşı, yaşadığı ilçe, sınıfı, kardeş sayısı, ailenin eğitim durumu ve ebeveynlerinin maddi durumu ile beslenme tercihleri tüketilen et, süt ve süt mamulleri ile yumurta tüketim arasında istatistiksel bir ilişki olduğu saptanmıştır. Günümüzde ülkelerin en önemli gelişmişlik kriterlerinden olan kişi başına hayvansal protein tüketimi bakımından Diyarbakır merkezdeki ilköğretim öğrencilerinin yeterli ve dengeli beslendikleri söylenebilir. Okul çağındaki genç nesillerin sağlıklı ve dengeli beslenmesi geleceğin toplumunun inşası için önemlidir. Besin tercihlerinde gıda fiyatlarına ilave olarak ailenin gelir durumu ile tüketim alışkanlıkları belirleyici olmaktadır. Sağlıklı ve dengeli beslenme alışkanlıklarının büyüme ve gelişme dönemindeki çocuklara erken yaşlarda kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Ankete katılan öğrencilerin önemli bir

kısının (103 kişi) hayvansal proteinlerin önemine dair yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Konu hakkında öğrencilere eğitim vermek için mevcut müfredatlara konunun eklenmesi, ayrıca ailelerinde bu konuda bilinçlendirilmesi yararlı olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacı Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Açıkgöz S. Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları ile özyetkinlik ve iyimserlik ilişkisi: Ankara Üniversitesi örneği. Ankara Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış) 2006. Ankara.117s. Tarihi: 12.05.2020).
- Anonim. Social Sciences Research and Instructional Council Teaching Resources Depository 2018. SPSS for Windows, Version, 24.0: A Brief Tutorial.
- Anonim. http://www.bdb.hacettepe.edu.tr/TOBR_kitap.pdf (Erişim Tarihi: 28.11.2020). 2020a.
- Anonim. <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/10915,tuber-turkiye-beslenme-rehberipdf.pdf> (Erişim Tarihi: 28.05.2020). 2020b.
- Anonim. [https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/mean-body-mass-index-trends-age-standardized-\(kg-m-\)](https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/mean-body-mass-index-trends-age-standardized-(kg-m-)) (Erişim Tarihi: 28.05.2020). 2020c.
- Baykan S. Ankara'nın farklı sosyo-ekonomik düzeylerinde 0-6 yaş çocuklarının gelişim durumlarının incelenmesi. Ankara: Milli Eğitim Basımevi 1999. 135s.
- Baysal A. Kahvaltı ve okul başarısı. Beslenme ve Diyet Dergisi 1999; 28: 1-3.
- Baysal A. Beslenme. Hatiboğlu Yayınları 2004; 144s. Ankara.
- Bilgen Sivri B., Özpulat F. İlkokuldaki öğrencilerin beslenme alışkanlıkları ve annelerinin beslenmeye ilişkin bilgi düzeyi. ACED. Uluslararası Aile Çocuk ve Eğitimi Dergisi 2015; 7: 20-30.
- Du X., Zhu K., Trube A., Zhang Q., Ma G., Hu X., Fraser DR., Greenfield H. School-milk intervention trial enhances growth and bone mineral accretion in Chinese girls aged 10-12 years in Beijing. Br J Nutr 2004; 92: 159-168.
- Duncan DB. Multiple Range and Multiple F Tests, Biometrics 1955; 11: 1- 42.
- Garipağaoğlu M., Özgüneş N. Okullarda beslenme uygulamaları. Çocuk Dergisi 2008; 8(3): 152-159.
- Gürer B. Türkiye'de hayvansal ürünlerde gıda güvencesinin analizi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (Yayınlanmamış) 2013; 191s. Adana.

- Karaca P., Pekiyan A., Güney H. Ebeveynlerin televizyon reklam içeriklerinin çocuklar üzerindeki etkilerini etik açıdan algılamalarına yönelik bir araştırma. Sosyal Bilimler Dergisi 2007; 9(2): 233 - 249.
- Kaşıkcı S. Edirne ili merkez ilköğretim okullarında okuyan 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları üzerine bir araştırma. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 2010.
- Kılıç E., Şanlıer N. Üç kuşak kadının beslenme alışkanlıklarının karşılaştırılması. Kastamonu Eğitim Dergisi 2007; 15(1): 31 - 44.
- Kutlu R., Çivi S. Özel bir ilköğretim okulu öğrencilerinde beslenme alışkanlıklarının ve beden kitle endekslerinin değerlendirilmesi. Fırat Tıp Dergisi 2009; 14(1): 18 - 24.
- Nişancı Kılınc F., Çağdaş D. Sağlık meslek lisesi öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının, beslenme bilgi düzeylerinin ve vücut bileşimlerinin değerlendirilmesi. Türk Pediatri Arşivi Dergisi 2012; 47: 181-188.
- Pekşen Akça R. Çocuk gelişimi ve eğitimi oyunlarla besleniyorum. Mungan Kavram Yayınları 2010. İzmir. 173s.
- SPSS Inc. SPSS for Windows. Version 21.00 2021. Chicago.
- Taşdemir A. İlköğretim öğrencilerinde beslenme eğitimi üzerine bir araştırma. Sağlık Akademisi Kastamonu 2019; 4(1): 34-52.
- Törüner EK., Büyükgönenç L. Çocuk sağlığı temel hemşirelik yaklaşımları. Göktuğ Yayıncılık, 2. Baskı 2012; 680s. Ankara.

Ek 1**Tablo 1. Anket Formu**

1. Sınıfınız?						
2. Yaşınız?						
3. Boyunuz kaç cm?						
4. Kilonuz kaç kg?						
5. Kardeş sayınız						
6. Babanızın öğrenim durumu?						
7. Babanızın mesleği?						
8. Annenizin öğrenim durumu?						
9. Annenizin mesleği?						
10. Babanız düzenli para kazanıyor mu?						
11. Anneniz düzenli para kazanıyor mu?						
12. Eviniz kira mı?						
13. Otomobiliniz var mı?						
14. Okul harçlığı alıyor musunuz?						
15. Günlük harçlığınız kaç TL?						
16. Ailenizde hayvancılık ile uğraşan biri var mı?		A) Evet		B) Hayır		
17. Hayvansal gıdaların besin değerlerini biliyor musunuz?		A) Evet	B) Hayır	C) Kısmen		
18. Hayvansal ürünler bize ne fayda sağlar?		A) Kemikleri geliştirir		B) Vitamin sağlar		
C) Büyüme ve zekamızı		D) Boyumuzu uzatır		E) Hepsini		
19. Bir haftada kaç adet yumurta	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7	E) > 8	
20. Bir günde kaç bardak süt	A) 0	B) 1	C) 2	D) 3	E) > 4	
21. Bir haftada kaç gün süt içersiniz?	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7		
22. Bir haftada kaç gün yoğurt tüketirsiniz?	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7		
23. Bir haftada kaç gün peynir tüketirsiniz?	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7		
24. Hangi peyniri tercih	A) Kaşar	B) Beyaz	C) Örgü	D) Oltu	E) Hepsi	F) Hiçbiri
25. Bir ayda kaç kere balık	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7	A) > 8	
26. Bir haftada kaç gün tavuk eti	A) 0	B) 1-2	C) 3-4	D) 5-6	A) 7	
27. Bir haftada kaç gün kırmızı et	A) 0	B) 1-2	C) 3-4	D) 5-6	A) 7	
28. Sizce en sağlıklı ve besleyici et	A) Kuzu	B) Dana	C) Tavuk	D) Balık	E) Hepsi	
29. Sizce süt ve yumurta tüketimi	A) 0	B) 1-3	C) 4-5	D) 6-7	A) > 8	

İnsan Kaynakları Yönetiminde Personellerin Yaşadığı İş Stresleri Üzerindeki Nedenlerin İstatistiksel Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi: Bir Eğitim Sektörü Örneği

Mustafa KANDAK^{1*}, Hüseyin TANIR², Emrah DEMİR³, Adnan ÇELİK⁴, Melek DEMİR⁵, Demet KANDAK⁶, Gamze MERTOL⁷

¹ Millî Eğitim Bakanlığı, Mehmet Köse İlkokulu, 32100, Merkez-Isparta

² Millî Eğitim Bakanlığı, Akköy İlkokulu, 77400, Termal-Yalova

³ Millî Eğitim Bakanlığı, Mehmet Köse İlkokulu, 32100, Merkez-Isparta

⁴ Millî Eğitim Bakanlığı, Mehmet Köse İlkokulu, 32100, Merkez-Isparta

⁵ Millî Eğitim Bakanlığı, Çukur İlkokulu, 32000, Merkez-Isparta

⁶ Süleyman Demirel Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Hastanesi, 32100, Merkez-Isparta

⁷ Millî Eğitim Bakanlığı, Atatürk İlkokulu, 60800 Pazar/Tokat

¹ <https://orcid.org/0000-0001-7404-7598>

² <https://orcid.org/0000-0001-5350-5916>

³ <https://orcid.org/0000-0001-9414-5136>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-5035-9025>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-1521-0559>

⁶ <https://orcid.org/0000-0003-4452-1628>

⁷ <https://orcid.org/0000-0001-9937-7841>

*Sorumlu yazar: bjkandak@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 23.04.2021

Kabul tarihi: 27.07.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

ANOVA analizi

İnsan kaynakları yönetimi

Örgütsel stres

Stres yönetimi

t testi

ÖZET

İş yaşamı ve çalışma koşulları stresin en önemli nedenlerinden birisidir. Her iş kolu gibi eğitim kurumları da içinde stres barındıran bir alandır. Bu stres kaynaklarının belirlenmesi daha iyi bir eğitim ortamının oluşturulması için önemli bir nokta olmuştur. Çalışmanın genel amacı, eğitimcilerin stres kaynaklarının nedenlerini araştırmak ve bu nedenleri ortaya koymaktır. Çalışmada, belirlenen stres kaynakları ve bunların cinsiyet, medeni durum, yaş gibi değişkenlere göre anlamlı farklılıkları incelenmiştir. Araştırmanın evrenini, 2019 yılı güz döneminde Yalova ilinde Millî Eğitim Bakanlığına bağlı görev yapan yönetici ve öğretmenler oluşturmaktadır. Örneklemini ise kendilerine ulaşılan 16 idareci ve 92 öğretmen olmak üzere toplam 108 katılımcı oluşturmaktadır. Çalışmada araştırma yöntemi olarak veri toplama modeli kullanılmış olup yapılan anketler ile uygulama gerçekleştirilmiştir. Anket soruları uzman görüşler ile eleme ve seçme yöntemiyle belirlenmiştir. Anket formları iki bölüme ayrılmış olup anket formlarının ilk bölümünde, eğitimcilerin demografik özellikleri, ikinci bölümde ise stresle başa çıkabilme ölçekleri yer almıştır. Elde edilen verilerin çözümlenmesinde, yüzde (%), frekans, ANOVA ve t testinden yararlanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir.

Investigation of the Reasons of the Work Stresses Experienced by Personnels in Human Resources Management by Statistical Analysis Methods: A case of Education Industry

Research Article

Article History:

Received: 23.04.2021

Accepted: 27.07.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

ABSTRACT

Work life and working conditions are one of the most important causes of stress. Like every business line, educational institutions are also an area that contains stress. Identifying these sources of stress has been an important point to create a better educational environment. The general aim of the study is to investigate the causes of the stressors of the educators and to reveal these reasons. In the study, the identified stressors and their significant

ANOVA analysis
Human resources management
Organizational stress
Stress management
t test

differences according to variables such as gender, marital status and age were examined. The universe of the research consists of administrators and teachers working under the Ministry of National Education in Yalova in the fall semester of 2019. The sample consists of a total of 108 participants, including 16 administrators and 92 teachers. The data collection model was used as a research method in the study, and the application was carried out with the questionnaires. Questionnaire questions were determined by the method of elimination and selection with expert opinions. The questionnaire forms are divided into two parts, and the first part of the questionnaires includes the demographic characteristics of the educators, and the second part includes the scales for coping with stress. In the analysis of the data obtained, the application was carried out by using the percentage (%), frequency, ANOVA and t test.

To Cite: Kandak M., Tanır H., Demir E., Çelik A., Demir M., Kandak D., Mertol G. İnsan Kaynakları Yönetiminde Personellerin Yaşadığı İş Stresleri Üzerindeki Nedenlerin İstatistiksel Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi: Bir Eğitim Sektörü Örneği. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(3): 372-384.

Giriş

Günlük hayatın bir parçası olarak insanların psikolojik ve fiziksel yaşamlarını ifade etmek için stres kavramı birçok kişi tarafından kullanılmaktadır. Etki duygusu; normal, çeşitli sağlık sorunları, düşük yaşam kalitesi, reddedilme davranışı gibi birçok sonuca yol açan bir faktördür.

Stres kavram olarak, bireylerin yaşadığı olayı ifade etmemektedir. Stres, bireyin yaşadığı olaya yüklediği anlam olarak görülmektedir (Eskin ve ark.,2013). Stres kelimesi, insanın beden ve ruhen kendini iyi hissetmesi anlamından daha çok yaşam kalitesini tehdit eden bir durumu tasvir etmek olarak tanımlanabilir (Duman, 2016). Bu kavram endişeli olma hali veya gerginlik olarak anlam bulan bazı sözcüklerin yerine de kullanılabilir (Baltaş ve Baltaş, 2013).

Stres kavramı yalnızca negatif sonuçlar ortaya koyan bir durum değildir. Bireylere, kıdemlerinin artması ve iş hayatlarında üst kademeye terfi etmek ya da evlilik gibi tetikleyici sonuçlara neden olması olumlu stres örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanında, işsiz kalma, ölüm, iş hayatında terfi edememe gibi negatif durumlar ise olumsuz stres olarak tanımlanmaktadır. Olumlu stres, insanların işlerini severek yapmaları için gerekli olan motivasyonu kazanmalarını sağlamakta ve işlerine olan bağlılıklarını arttırmakta; yıkıcı stres ise bireylerin işlerini yapma isteklerine ket vurmakta ve onların çalışmasına engel teşkil etmektedir (Gümüştekin ve Öztemiz, 2005). Genel anlamda stres bireylerde olumsuz bir görünüm sergilemektedir. Bu durumda stres, insanların yaşam alanlarında artık yerleşmiş bir kavram olarak da düşünülebilir (Özkalp ve Kirel 2004). Örgüt, aynı amaç ve hedef için bir araya gelerek ortak tutum geliştirdikleri; dışardan bakıldığında ortak hareket ettikleri gözlenebilen ve iş birliği içinde olan bireylerin oluşturduğu, bir sistemdir (Güler, 2013). Örgütsel stres, birarada olmak durumunda olan, aynı çevrede bulunan çalışanların diğer örgüt üyeleri ile etkileşimi sonucunda bireylerde yaşanan normal olmayan baskı hissi sonucunda oluşan bireysel bazda tepkilerdir (Erdoğan, 1996).

Çağımız globalleşen toplumunda teknolojik gelişme ve var olma yarışının örgütsel stresi çoğaltıcı faktör olmasıyla beraber, bu kavram bireyler üstünde baskı yaratan tehlikeli sıkıntıların başı haline gelmiştir.

Örgütsel stres, çoğu zaman baskı ve duygusal gerilimlerin birey üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler sonucu ortaya çıkmaktadır, bu durum çalışanlar üzerindeki baskının ve çalışanların stres düzeylerinin artması olarak sonuçlanabilmektedir (Barutçugil, 2004).

Bireylerde stres faktörleri, stresin ana kaynağı olarak literatürde tanımlanmaktadır. Örgütsel stres kaynaklarını ortaya çıkarmak amacıyla birçok araştırma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar aynı zamanda örgütsel stres kaynaklarını sınıflandırarak bölümlere ayırmaktadır (Tutar, 2004).

Yaşam içinde tüm etrafımız stresle doludur, bu durum stresin yönetilmesini güçleştirir. Stresin faktörlerini tahmin etmek daha önceden mümkün olmaktadır. Alan yazında stresin nedenleri genel olarak iki bölümde ele alınmıştır.

- Bireysel stres
- Örgütsel stres

Örgüt, içinde bulunduğu topluluğun ihtiyaç duyduğu bir ürünü, alması gereken hizmeti ve topluma yönelik fikirler geliştirmek amacıyla bir araya gelmiş olan insanlardan oluşur (Başaran, 2004). İş görenlerin icra ettikleri mesleklerdeki yükümlülüklerinin getirmiş olduğu riskler örgüt içinde yaptıkları işte bir stres sebebi oluşturmaktadır. Çalışma ortamları kararların alındığı ve menfaat çatışmalarının yoğun olarak yaşandığı ortamlardır (Tutar, 2009).

Çalışma ortamında bireyler ile çalışanlar ve yöneticiler arasında sürekli etkileşim vardır. Bu etkileşim nedeniyle, davranış biçimleri örgütsel düzeyde gerçekleşir. İş stresi çok yaygın ve ciddi bir stres türüdür. “Pallatier iş stresinin, meslektaşlar arasındaki çatışmalar, yöneticilerle çatışmalar, iş tatminsizliği, işyerinde aşırı sorumluluklar, yetersiz sosyal destek, iş beklentilerinde belirsizlik veya zaman baskısından kaynaklanabileceğini söylemiştir (Pelletier, 2010).

Beehr ve Newman’ a göre, iş stresi, bireyleri kendilerini normal işlevlerden ayırmaya zorlayan değişikliklerle belirlenen ve iş ve diğer insanlarla etkileşimler sonucu oluşan koşullar olarak tanımlanır.” Beehr ve Newman, stresin, organizasyon üyelerinin fiziksel, zihinsel veya davranışsal alanlarında değişikliklere yol açan dış koşullara uyum sağlama süreci olduğuna inanırlar (Beehr ve Newman, 1978). Bireyler, örgütsel stres nedeniyle muazzam bir baskı altında olduklarını hissetmektedirler, bunun en başındaki neden kişisel faktörlerdir. “Kişisel stres kaynakları, sosyal ve fiziksel gereksinimler, kişilik özellikleri, kariyer hayali, görev alma gibi faktörleri kapsamaktadır. Bu faktörler birçok stres durumunda temel teşkil etmektedir. Çalışanların karşılaştıkları durumlara verdikleri tepkiler de bu faktörler kapsamında düşünülebilir ve bu faktörler göz önüne alınması stresin kaynağını agılama konusunda fayda sağlayabilmektedir (Akyüz ve Gedik, 2004).

İnsanların algıladıkları stresin yoğunluğu, örgüt içi faktörlerle alakalı olduğu gibi, insanların sosyal ve demografik özellikleri ve kişilik özellikleriyle de bağlantılı olduğu tahmin edilmektedir. Örgütsel

anlamdaki stresin; örgütlerdeki kimi çalışanlara nazaran başka çalışanlarda daha çok algılandığı da bilinmektedir. (DeVries, 2003).

Stres, kişilerde olumlu ve olumsuz sonuçlara yol açabilir. Stresle başa çıkarken ve hayatın kaçınılmaz olarak getirdiği birçok problemle uğraşırken, stresi doğru şekilde nasıl idare edeceğimizi ve onu olumlu bir seviyede tutacağımızı öğrenmemiz gerekiyor.

Yüzyıllardır insanlar stresin etkisi altındaydılar, bazen bu durumun olumsuz sonuçlarıyla mücadele etmek için uyuşturucuya başvuruyorlar ve çoğu zaman sigara, alkol, uyuşturucu ve yatıştırıcı ilaçlardan medet umuyorlardı. Kişiler pozitif davranışlar sayesinde, duygusal olarak olumsuz durumlarda kendilerini daha iyi hissederler.

Stresle başa çıkabilme yollarından bir kaç tanesine değinmek gerekirse;

•“Bedensel egzersiz vücudtaki kasları canlandıran, bedeni daha iyi kullanarak doğru soluk alıp vermeyi sağlayan etkinliklerin tümü olarak adlandırılır.”

•“Nefes almanın kendisi bir gevşeme yolu olduğu gibi bütün gevşeme egzersizlerinin de önemli bir parçasıdır.”

•“Meditasyonda temel amaç kişiyi zihinsel kaygı, gerilim ve endişelerden uzaklaştırarak bir rahatlık ve sakinliğe ulaştırmaktır.”

Stres, insanlar ve örgütler için her zaman istenmeyen, önlenemez ve tehlikelidir. Stresin hem olumlu hem de olumsuz etkileri vardır. Stres maksimum seviyede olduğu zaman, başarı ve performansla olumlu bir etki yaratmaktadır. Buna karşılık yoğun stres, kişilerin bedensel ve düşünsel mekanizmasına negatif etki yaratmakta ve kişiyi anormal davranış göstermeye sevk etmektedir. “Bireyin çalışmaya karşı ilgi göstermemesi, sorumluluklarından kaçma eğilimi içinde olması, geri çekilmesi ve örgütsel bağlılıklarının giderek kopma noktasına gelmesi gibi sonuçlar doğuran örgütsel stresin, bireysel ve örgütsel sonuçları bulunmaktadır (Ergül, 2012).

Stres, ortaya çıktığı andan itibaren baştan sona kadar bireye olumsuz duygular getirmektedir. Bazen duygusal çöküş bazen de hayattan zevk alamama olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak da stres yaşayan birey çevresine karşı olumsuz tepkiler verebilmekte bununla bağlantılı olarak da çevresinden olumsuz dönütler de almaktadır (Baltaş, 2010).

“Stres ile örgütsel stres arasındaki fark, Kahn tarafından 1964 yılında ele alınmıştır.” Hepimizin bildiği gibi, iş baskısı işe gitme konusunda isteksizliğe, eksik çalışma hissine neden olabilir, işte hata yapabilir, yanlış kararlar verebilir, iş kalitesini düşürebilir ve hastalığa yol açabilecek sorunlara neden olabilir.

Performans, önceden belirlenen görevlerin yerine getirilme düzeyi, çalışan bireyin sonuca ulaşma yolunda gösterdiği kabiliyetidir (Uysal, 2015). Bu kavram örgütsel amaçların sürdürülmesinde önemli bir etken olmaktadır.

Görev yerinde yaşanan stres bireyin performansına da yansımaktadır. Ancak bu yansıma bireyle ilgili tecrübe, bireysel özellikler, kişilik yapısı yaşam şartları iş motivasyonu gibi değişkenlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Özbozkurt ve Kırmızısaç, 2019).

Stresin yüksek yaşandığı zamanlarda bireyler işlerine dönük harcamaları gereken enerilerini stres ile başa çıkmak amacıyla kullanırlar. Stresin normal seviyede olduğu zamanlarda ise bireyler bu enerilerini kendi iş performanslarını arttırmak için kullanabilmektedir (Tokay, 2000).

“Öğretmenlerin örgütsel stres kaynakları ve stres belirtileri ile iş doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi” adlı çalışma sonucunda öğretmenlerin örgütsel stres faktörleri ile stres belirtileri arasındaki anlamlı ilişki tespit edilmiş ve öğretmenlerin örgütsel stres faktörleri ve stres belirtilerinin öğretmen iş doyumunun yordayıcıları olduğu görülmüştür (Özbaş, 2019).

Akademisyenlerde örgütsel stres ve örgütsel sessizlik davranışları arasındaki ilişki incelenmiştir.” Araştırma 2018 - 2019 eğitim öğretim yılında, Denizli Pamukkale Üniversitesi'nde görev yapmakta olan akademisyenleri kapsamaktadır. Araştırma sonucunda “akademisyenlerin örgütsel stres düzeylerine bakıldığında orta düzeyde olduğu görülmektedir. Erkeklerle göre, kadın akademisyenlerin örgütsel stres düzeylerinin daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.” Ayrıca araştırmada akademisyenlerin kıdem yılı arttıkça bununla doğru orantılı olarak yaşadıkları örgütsel stresinde arttığı görülmektedir (Mantı, 2019).

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Çalışmanın temel amacı Milli Eğitim Kurumuna bağlı resmi okullarda görev yapan öğretmenler ve idarecilerin, stresle baş edebilme düzeyleri konusundaki görüşlerinin belirlenmesidir. Organizasyon dinamikleri, organizasyon üyelerinin çalışmaya başlamasını, çalışmaya devam etmesini ve görevlerini coşkuyla yerine getirmesini sağlayan tüm düzenlemeleri içerir.

Kurum idarecileri çalışanların iş tatmini ve performanslarını arttırmak için birçok eylem gerçekleştirmektedir. İş görenlerin stres düzeylerinin belirlenmesi daha sonra yapılacak araştırmalara ışık tutacak özellik taşımaktadır.

Öğretmen ve okul idarecilerine yönelik yapılan bu araştırma, Türkiye’de yapılmış, farklı araştırmalar ile arasındaki farklılık ve benzer yönlerin saptanmasına yön gösterecektir.

Materyal ve Metot

Araştırmanın Modeli

Yalova ilindeki, resmi okullarda çalışan idareci ve öğretmenlerin stresle başa çıkabilme düzeylerine ilişkin çalışma tarama modeli ile yapılarak katılımcıların konu ile ilgili algıları incelenmiştir. Araştırma kendi şartlarında oluşturulduğu gibi incelenmiştir. Tarama yöntemi anket modeli, tüm evrende veya evrenden çıkarılan bir örneklem üzerinde yapılan bir araştırmadır. Amaç, birçok unsurdan oluşan evrendeki örneklem hakkında genel yargılarda bulunmaktır.

Araştırma Örnekleme

Araştırmanın evrenini, 2019 yılı güz döneminde Yalova ilinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı görev yapan yönetici ve öğretmenler oluşturmaktadır. Örneklemini ise kendilerine ulaşılabilen 16 idareci ve 92 öğretmen, olmak üzere toplam 108 katılımcıdan oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Örgütsel stres ile ilgili alan yazın incelemesi yapıldıktan sonra Okutan 2002 yılında yaptığı Stresle başa çıkabilme isimli yüksek lisans tezinde kullandığı ölçeklerden yararlanılmıştır (Okutan ve Tengilimoğlu, 2002). Ölçeğin güvenilirliği Okutan tarafından test edilmiştir.

Covid 19 salgını nedeni ile ölçeklerin dağıtımı ve toplanması kısmi olarak yüz yüze ve çevrim içi olarak internet ortamında e posta yöntemiyle sağlanmıştır. Katılımcılara uygulanan ölçeğin amacı ve cevap gönderim tarihleri alakalı bilgilendirme yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma sürecinde kullanılan ölçeklerden elde edilen veriler SSPS for Windows 22.0 istatistik programı kullanılarak çözümlenmiştir. Araştırmada ölçek, veri toplama yöntemleriyle toplanmıştır, ölçeğin ilk bölümü demografik özellikleri, ikinci bölümü ise başa çıkma stresi ölçeğine ilişkin formları içermektedir.

t Testi ve ANOVA analizi, yapılan araştırmalarda en çok kullanılan istatistik teknikleridir. t Testi, alınan ortalama sonuçlarındaki farkların anlamlılığını test etmek için kullanılan analiz tekniğidir. ANAOVA analizi ise birden fazla grupta uygulanan varyans analiz tekniğidir (Köse ve Öztumur, 2014).

Bulgular

Katılımcıların Kişisel Bilgileri

Bu bölümde çalışmaya ilişkin istatistik bulgulara yer verilerek, çalışma bulguları açıklanmıştır.

Tablo 1. Öğretmenlerin Cinsiyet Değişkeni

Cinsiyet	Frekans	%
Kadın	62	61,3
Erkek	46	38,7
Toplam	108	100

Tablo 1'e göre araştırma toplam katılımcıları 108'dir. Kadın öğretmenler %61,3'ü erkek öğretmenler %38,7'si cinsiyete göre anketlere katılmıştır. Sonuca göre öğretmenlerin cinsiyetleri bakımından büyük bir farkın olmadığı katılımcıların cinsiyet sayılarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Öğretmenlerin Yaş Dağılımı Değişkeni

Cinsiyet	Frekans	%
22-26	24	21,5
27-31	20	18,9
32-36	26	23,9
37-41	16	13,8
42-46	22	21,9
Toplam	108	100

Tablo 2'ye göre katılımcıların yüzdeler ve yaş grupları bakımından değerleri verilmiştir. Tablo 2'ye göre katılımcıların eğitimcilerin en çok yoğunlaştığı yaş gurubu 32-36 yaş grubu olup bunun yüzdesi %23,9'dir, sırasıyla 22-26, 42-46, 27-31 arası yaş grupları sonrası en düşük grup ise; %13,8 ile 37-41 arası yaş aralığıdır. Çalışmaya katılan katılımcılar arasında, en genç ve en yaşlı sayıları birbirine çok yakındır.

Tablo 3. Öğretmenlerin Medeni Durum Değişkenleri

M. Durumu	Frekans	%
Bekâr	30	%28,8
Evli	78	%71,2
Toplam	108	100

Tablo 3'e göre, öğretmenlerin, %71,2'ini evli, %28,8'ini bekar katılımcılardan oluşmaktadır. Evli katılımcıların sayısı bekar katılımcılara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Öğretmenlerin Kıdem Değişkenleri Dağılımı

Kıdem	Frekans	%
1-5	28	24,9
6-10	24	22,7
11- 15	32	29,7
16 ve üzeri	24	22,7
Toplam	108	100

Tablo 4'e göre katılımcıların en çok 11-15 yıllık kıdem aralığında olduğu saptanmış olup, %29,7, sonrasında 1-5 yıllık %24,9, en az kıdem aralığı ise 11-15 ile 16 ve üzeri yıllar olduğu görülmektedir. 11-15 ile 16 ve üzeri yıllar arasında %22,7' lik eşitliği söz konusudur.

Tablo 5. Öğretmenlerin Görev Unvanlarına Göre Yüzdeler Dağılımları

Görev	Frekans	%
İdareci	16	12,8
Öğretmen	92	87,2
Toplam	108	100

Tablo 5'te görüldüğü gibi görevdeki unvanlarına göre f (frekans) dağılımı %87,2 ile öğretmen olarak görev yapmaktadır. Katılımcılardan idareci olarak çalışanlar, ise %12,8'lik kısmını kapsamaktadır. Bu sonuç göstermektedir ki katılımcıların çok büyük bir bölümü öğretmen olarak görev yapmakta ve idare görevi yürütmemektedir.

Tablo 6. Öğretmenlerin Stresle Başa Çıkabilme Değişkeni Dağılımı

Toplam	Madde Sayısı	En Yüksek Puan	En Düşük Puan	\bar{X}	SS
108	53	152	95	123,34	12,86

\bar{X} : Aritmetik Ortalama, Ss: Standart Sapma

Tabloda 6'da görülen stresle başa çıkabilme ölçeğinin madde sayısı 53'tür, alınabilen en yüksek puan 152, en düşük puan ise 95, standart sapması ise 12,86 ve aritmetik ortalaması 123.34'lik puan düzeyindedir.

Tablo 7. Öğretmenlerin Cinsiyetine Göre Stresle Başa Çıkabilme t Testi Sonuçları

C	N	\bar{X}	SS	t	P
K.	62	112,95	12,11		
E.	46	117,75	15,67	-,602	,545
T.	108				

C: Cinsiyet, N: Katılımcı Sayısı, \bar{X} : Aritmetik Ortalama, Ss: Standart Sapma

Tablo 7 incelendiğinde katılımcıların stresle başa çıkmada cinsiyet dağılımına ($t=-,602$, $p>0,05$) göre farklılaşmadığı görülmektedir. Bu bulgu cinsiyetin, stresle başa çıkabilme üzerinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Tablo 8. Öğretmenlerin Görev Unvanına t Testi Sonuçları

U	N	\bar{X}	S.S	t	P
İ.	16	116,97	11,10		
Ö.	92	112,83	12,11	1,253	0,189
T.	108				

U: Unvan, N: Katılımcı Sayısı, \bar{X} : Aritmetik Ortalama, Ss: Standart Sapma

Tablo 8'e göre; katılımcıların unvanlarına göre idareci ortalama puanı (\bar{X} =116,97) ve öğretmen ortalama puanından (\bar{X} =112, 97) daha yüksektir. Tabloya göre ($t=1,253$, $p=0,189$, $p>0,05$) unvanlar olarak stresle başa çıkabilme düzeyleri arasında anlamsız etki olduğu saptanmıştır.

Tablo 9. Öğretmenlerin Yaşına Göre ANOVA Sonuçları

Yaş	N	\bar{X}	S.S	F	P
22-26	24	123,51	12,45		
27-31	20	117,80	14,21		
32-36	26	116,75	12,66	1,168	,330
37-41	16	123,97	14,75		
42-46	22	122,49	12,79		
Top.	108	118,65	12,67		

N: Katılımcı Sayısı, \bar{X} : Aritmetik Ortalama, Ss: Standart Sapma

Tablo 9'da yapılan ANOVA sonucuna göre, 22-26 yaş arası katılımcı ortalama puanı ile 37-41 yaş arası katılımcı ortalama puanı birbirine çok yakındır. 37-41 yaş arası katılımcı ortalama puanı (\bar{X} =123,97) ile en yüksek iken 32-36 yaş arası katılımcı ortalama puanı (\bar{X} =116, 75) en düşüktür. ($t=1,6853$, $p=,330$, $p>0,05$) değerine bakılarak; katılımcı yaşı ile stresle başa çıkabilme düzeyleri arasında anlamsız etki olduğu saptanmıştır.

Tablo 10. Öğretmenlerin Medeni Durumlarına t Testi Sonuçları

M. D.	N	\bar{X}	SS	t	P
Bekâr	30	122,70	13,57		
Evli	78	119,12	11,7	,607	,554
Toplam	108				

M.D.:Medeni Durum, N:Katılımcı Sayısı, \bar{X} :Aritmetik Ortalama, Ss:Standart Sapma

Tablo 10'a göre; ($t=,607$, $p=,554$, $p>0,05$) Yapılan t testi sonucuna göre, göre öğretmenlerin medeni durumlarına göre, anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Tablo 11. Öğretmenlerin Meslek ANOVA Sonuçları

K	N	\bar{X}	S.S	F	P
1-5	28	121,15	11,96		
6-10	24	115,54	16,90		
11-15	32	121,22	15,8	1,34	,259
16 +	24	124,0	9,49		
Top.	108	121,67	13,38		

K: Kıdem, N: Katılımcı Sayısı, \bar{X} : Aritmetik Ortalama, Ss: Standart Sapma

Tablo 11'de yapılan ANOVA sonucuna göre, göreve yeni başlayan katılımcıların ile meslekte uzun süredir görev yapan katılımcılar kadar çalışma esnasında stresle başa çıkamadıkları görülmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Temel olarak bu çalışmada amaç, öğretmen ve idarecilerin kurumlarındaki örgütsel sessizlik düzeyi stres seviyeleri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu hedefe ulaşmak için Yalova ilinde görev yapan 108 öğretmen ve akademisyen görüşleri alınmıştır. Bu görüşler neticesinde yapılan analizler sonucunda, katılımcıların stresle baş edebilme algılarında, cinsiyet açısından bir farklılık yoktur sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuç, yapılan literatür taraması sonucundaki çalışmalarla karşılaştırıldığında paralellik göstermektedir.

Katılımcılardan görevde yeni olanlar ile eski olanlar arasında yaş değişkeninin ile stresle baş edebilme kapasitesi anlamında önemli bir etken olmadığı ve stresle baş edebilme algılarında, unvanlarına göre farklılık olmadığı gözlenmiştir. Katılımcıların kıdem yıllarının Yapılan başka bir çalışmada öğretim elemanlarının yaşamış oldukları örgütsel stres düzeyini orta düzey olarak tespit edilmiştir (Köse ve Öztemur, 2014). Orta düzeyde olan stres durumunun çalışanların performanslarını artırıcı bir etkide bulunduğu saptanmıştır (Özalp, 2014).

Öğretmenlik mesleği insanı yetiştirerek geleceği şekillendirme temeline dayandığı için sorumluluğu ağır bir meslektir. Ayrıca çevresel faktörlerin de etkili olması sebebiyle öğretmenlik mesleği yapan kişilerin stres yaşamaları gayet olağandır (Kaplan, 2021).

Araştırmada erkek öğretmenlerin kadın öğretmenlere göre stresle başa çıkmada ortalama puanda artış görülse de anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu bulgu (Ocak ve Güler, 2017; Büyürgöze ve Kavak, 2017; Altıncı ve ark., 2017; Tösten ve Özgan, 2017; Üstüner ve ark., 2009) çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Araştırmada 16 yıl ve üzeri kıdeme sahip öğretmenlerin stresle başa çıkmada kıdem yılı az olanlara oranla daha yüksek ortalama puanda olduğu görülmüştür. Bu bulgular (Erdem ve Ulusoy, 2017; Özbaş, 2019) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Katılımcıların stresle baş edebilme algılarında, medeni durumlarına göre farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra yapılan başka bir çalışmada (Gökgöz ve Altuğ, 2014) akademisyenlerin stresle baş etme yöntemleri ile medeni durumları arasında bir farklılık oluştuğu sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmada yönetim görevinin, öğretim elemanlarının stresle baş etme stratejilerine ilişkin ciddi fark oluşturacak bir etkiye sebep olmadığı saptanmıştır. Katılımcıların stresle baş edebilme algılarında, kıdemlerine göre farklılık olmadığı gözlenmiştir (Göksel ve Tomruk, 2016).

Çalışma sonuçlarından yola çıkılarak aşağıdaki öneriler sunulmuştur;

* Yöneticiler, öğretmenlerin motivasyonlarını arttırmak için çaba gösterebilirler, negatif yaklaşım sergileyen öğretmenlerin tavırlarına ılımlı yaklaşım onlara yardımcı olabilirler.

Millî Eğitim Bakanlığı kurumlarda stres ve stresle başa çıkabilme ile ilgili eğitimler düzenleyebilir.

* Yöneticiler öğretmenlere her konuda destek vererek, Merkeziyetçi yaklaşımdan kaçınarak, alınacak kararları öğretmenlerle istişare ederek, iletişimin ve etkileşimin daha sağlamlaştığı bir yapı oluşturabilirler.

*Okul yöneticileri, öğretmenlerin iş ortamlarında rahat çalışmalarını ve mobingden uzak durarak öğretmenlerin kendilerini güvende hissetmeleri için gerekli ortamı sağlayabilirler.

*Okullarda iş güvenliği için “iş yeri sağlık ve güvenlik birimleri” kurulabilir.

*Yöneticiler, yapacakları değerlendirmelerde eşit ve tarafsız davranarak öğretmenlerin güvenlerini kazanmalıdır.

* Yapılan bu çalışma nicel araştırma yönteminden yararlanılarak uygulanmıştır, çalışma sonuçlarının daha yol gösterici olması adına nitel ve nicel karma desen uygulaması yapılabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacı Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

Akyüz İ., Gedik T. Örgütsel ve bireysel stres kaynakları: Üniversite akademik personeli üzerine bir uygulama. V. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi, 29-31 Nisan 2004, Trabzon.

Altınkurt Y., Ertürk A., Yılmaz İ. Öğretmenlerin psikolojik sermayeleri ile tükenmişlik düzeyleri arasındaki ilişki. Journal of Teacher Education and Educators 2017; 4(2): 166-187.

Baltaş A., Baltaş Z. Stresle başa çıkma yolları. İstanbul: Remzi Kitabevi; 2013.

Baltaş Z. Verimli iş hayatının sırrı: stres. İstanbul: Remzi Kitabevi; 2010.

Barutçugil İ. Organizasyonlarda duyguların yönetimi. İstanbul: Kariyer Yayınları; 2004.

Başaran İE. Yönetimde İnsan ilişkileri.-Ankara: Nobel Yayıncılık; 2004.

Beehr T., Newman J. Job stress, employee health and effectiveness. A facet analysis model and literature review. Personnel Psychology 1978; 31(4): 665-699.

Büyükgöze H., Kavak Y. Algılanan örgütsel destek ve pozitif psikolojik sermaye ilişkisi: Lise öğretmenleri örneğinde bir inceleme. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi 2017; 23(1): 1-32.

DeVries MW., Bill WS. Acta neuropsychiatrica stress, work and mental health: A global perspective. Cambridge University Press 2003; 16: 44-52.

Duman S. Üniversite öğrencilerinde öznel iyi oluş ve benlik saygısının stresle başa çıkma tarzlarıyla ilişkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2016.

Erdem AR., Ulusoy H. Ortaöğretim öğretmenlerinde örgütsel stres: Huzursuzluk. EYFOR 8 Uluslararası Eğitim Yönetimi Forumu, 19-21 Ekim 2017.

Erdoğan İ. İşletme yönetiminde örgütsel davranış. İstanbul: Avcıol Basım-Yayın; 1996.

- Ergül A. Çalışma yaşamında stresin bireysel performans üzerindeki etkileri: eğitim ve sağlık çalışanlarına yönelik bir araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye, 2012.
- Eskin M., Harlak H., Demirkıran F., Dereboy Ç. Algılanan stres ölçeğinin Türkçe 'ye uyarlanması: Güvenirlilik ve geçerlik analizi. *New Symposium Journal* 2013; 51(3): 132-140.
- Gökgöz H., Altuğ N. Örgütsel stresin öğretim elemanlarının performansına etkisine yönelik bir araştırma. *Ege Academic Review* 2014; 14(4): 519-530.
- Göksel A., Tomruk Z. Akademisyenlerde stres kaynakları ile stresle başa çıkmada ve stres durumunda gösterilen davranışların ilişkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi* 2016; 20(2): 315-343.
- Gümüştekin GE., Öztemiz S. Örgütlerde stresin verimlilik ve performansla etkileşimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2005; 14(1): 271-288.
- Güler A. Örgütsel stres ve sağlık çalışanlarında örgütsel stres ile başa çıkma yolları (Serinhisar Devlet Hastanesi Örneği). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.
- Kaplan V. Öğretmenlerin psikolojik sermaye ve örgütsel stres kaynaklarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Erciyes Akademi* 2021; 35(1): 111-136.
- Köse İA., Öztumur B. Kayıp veri ele alma yöntemlerinin t-testi ve anova parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 2014; 14(1): 400-412.
- Mantı M., Akademisyenlerde örgütsel stres ve örgütsel sessizlik davranışları arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye, 2019.
- Ocak M., Güler M. Psikolojik sermayenin tükenmişlik üzerine etkisi: Görgül bir araştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2017; 49: 117-134.
- Okutan M., Tengilimoğlu D. İş ortamında stres ve stresle başa çıkma yöntemleri: bir alan uygulaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2002; 4(3): 15- 42.
- Özalp YB. Öğretim elemanlarında iş stresine neden olan örgütsel etmenler ve öğretim elemanlarının örgütsel stresle baş etme stratejileri (Trakya Üniversitesi Örneği). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2014.
- Özbaş F. Öğretmenlerin örgütsel stres kaynakları ve stres belirtileri ile iş doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, 2019.
- Özbaş F. Öğretmenlerin örgütsel stres kaynakları ve stres belirtileri ile iş doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 2019.
- Özbozkurt O., Kırmızısaç E. Stres oluşturan etmenlerin iş performansı üzerindeki etkisi. *Journal of Yasar University* 2019; 14(55): 288-298.
- Özkalp E., Kirel Ç. Örgütsel davranış. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları; 2004.

- Pelletier KL. Leader toxicity: An empirical investigation of toxic behavior and rhetoric. *Leadership* 2010 6 (4): 373-389.
- Tokay T. Örgütlerde performans ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, 2000.
- Tösten R. Özgan H. Öğretmenlerin pozitif psikolojik sermayelerine ilişkin algılarının incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 2017; 16(62): 867-889.
- Tutar H. Kriz ve stres yönetimi. Ankara: Seçkin Yayıncılık; 2004.
- Tutar H. Örgütsel davranış. Ankara: Detay Yayıncılık; 2009.
- Uysal Ş. Performans yönetimi sisteminin tanımı, tarihçesi, amaç ve temel unsurlarına genel bir bakış. *Electronic Journal of Vocational Colleges* 2015; 5(2): 32-39.
- Üstüner M., Demirtaş H., Cömert M., Özer N. Ortaöğretim öğretmenlerinin öz-yeterlik algıları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 2009; 9(17): 1-16.

S-Tipi Granitlerdeki Beyaz Mikaların Raman Karakteristikleri: Yozgat İntüzif Kompleksi'nin Kuzey Bölümü

Musa Avni AKÇE^{1*}, Yusuf Kağan KADIOĞLU^{2,3}

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, Nevşehir

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830, Ankara

³Ankara Üniversitesi, Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06830, Ankara

¹<https://orcid.org/0000-0002-9180-7015>

^{2,3}<https://orcid.org/0000-0002-7894-2220>

*Sorumlu yazar: akce@nevsehir.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 17.08.2021

Kabul tarihi: 12.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Raman spektroskopisi

Beyaz mika

Fillosilikatlar

S-tipi granit

Yozgat İntüzif Kompleksi

ÖZET

S-tipi granitler genel olarak kıta-kıta çarpışması veya yitim kuşağının başlangıcında çarpışma ile eş zamanlı olarak oluşmaktadır. Bu granitler, üst kabuğun bindirme fay zonları boyunca 500-650 °C sıcaklıklarda kısmi ergimesi sonucu oluşurlar. Bu kayaların ana kaynaklarını sedimanter ürünler oluşturduğundan dolayı S-tipi granitler şeklinde adlandırılırlar. S-tipi granitler el örneklerinde açık renkli, faneritik dokulu olup başlıca kuvars, K-feldispat, beyaz mika (muskovit), anortit içeriği düşük plajiyoklaz (çoğunlukla oligoklaz ve albit bileşimli) ve az miktarda siyah mikadan (biyotit) oluşmaktadır. Yozgat İntüzif Kompleksi'nin kuzey-kuzeybatı bölümünde yer alan granitler S-tipi granit bileşiminde olup başlıca kuvars, ortoklaz, muskovit ve az oranda oligoklaz, albit ve biyotitten oluşmaktadır. Bu çalışmada S-tipi granitler içerisindeki muskovitlerin Raman karakteristikleri belirlenmiştir. Muskovitlerin Raman spektroskopik ölçümleri sonucunda 50-1250 cm⁻¹ ve 2800-3623 cm⁻¹ dalga sayısı aralıklarındaki spektrumları elde edilmiştir. Bu spektral verilere göre, belirgin Raman kayma değerlerinin görüldüğü spektral bölgeler tespit edilmiştir. 1200-875 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgede Si-O-Si(Al) gerilme titreşimlerini temsil eden bantlar bulunmaktadır. 750-650 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgede O-Al-O bükülme titreşimlerinden kaynaklanan bantlar görülmektedir. 500-225 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgede, başlıca O-Al-O ve O-Si-O translasyonları ile ilişkili karışık karaktere sahip bantlar mevcuttur. 225-75 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgede Al-OH ve levha translasyonlarına bağlı bantlar gözlenir. 2800-3623 cm⁻¹ arasındaki spektral bölgedeki bantların ise O-H ya da C-H gerilme titreşimlerinden kaynaklanan bantlarla örtüşebileceği görülmüştür. Böylece, S-tipi granitlerdeki muskovitlerin Raman spektrum özelliklerinin granitlerin kökeni ve kaynağının belirlenmesinde kullanılmasının mümkün olabileceği ortaya konmuştur.

Raman Characteristics of White Micras within the S-Type Granites: Northern Part of Yozgat Intrusive Complex

Research Article

Article History:

Received: 17.08.2021

Accepted: 12.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Raman spectroscopy

White mica

Phyllosilicates

S-type granite

Yozgat Intrusive Complex

ABSTRACT

S-type granites are generally formed simultaneously with continent-continent collision or syn-collision related to the beginning of the subduction zone. These granites are formed as a result of partial melting of the upper crust at temperatures of 500-650 °C along the thrust fault zones. They are called S-type granites because the main sources of these rocks are sedimentary products. S-type granites have a light colored, phaneritic texture in hand specimens, consist mainly of quartz, K-feldspar, white mica (muscovite), plagioclase with low anorthite content (mostly in oligoclase and albite composition) and with rare amount of black mica (biotite). The granites located in the north-northwest part of the Yozgat Intrusive Complex are formed S-type granite composition and consist mainly of quartz, orthoclase, muscovite and rare amount of oligoclase, albite and biotite. In this study, Raman

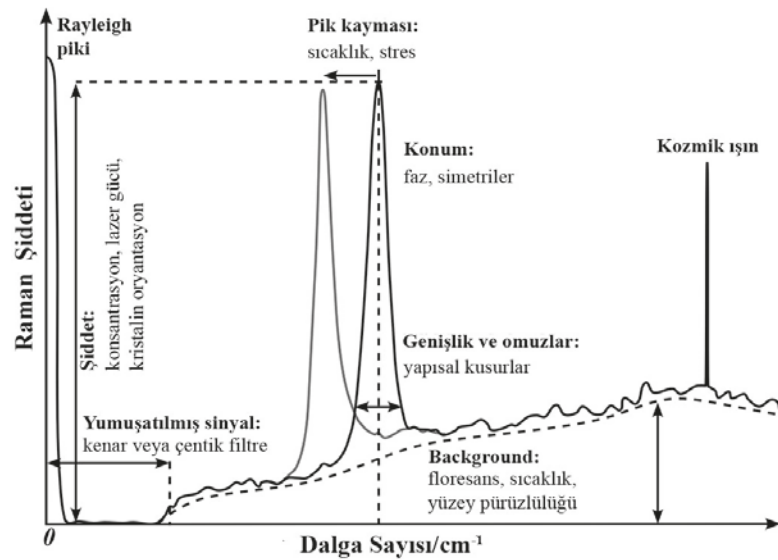
characteristics of the muscovites within the S-type granites were determined. As a result of Raman spectroscopic measurements of muscovites, their spectra in wavenumber ranges of 50-1250 cm^{-1} and 2800-3623 cm^{-1} were obtained. According to these spectral data, spectral regions with significant Raman shift values were determined. There are bands representing Si–O–Si(Al) stretching vibrations in the spectral region between 1200-875 cm^{-1} . In the spectral region between 750-650 cm^{-1} , bands originating from O–Al–O bending vibrations are seen. In the spectral region between 500-225 cm^{-1} , there are bands having mixed character mainly associated to O–Al–O and O–Si–O translations. In the spectral region between 225-75 cm^{-1} , bands are observed related to Al-OH and sheet translations. It has been seen that the bands in the spectral region between 2800-3623 cm^{-1} may overlap with the bands originating from O-H or C-H stretching vibrations. Thus, it has been demonstrated that it is possible to use the Raman spectrum properties of muscovites in S-type granites to determine the nature and source of the granites.

To Cite: Akçe MA., Kadioğlu YK. S-Tipi Granitlerdeki Beyaz Mikaların Raman Karakteristikleri: Yozgat İnrüzif Kompleksi'nin Kuzey Bölümü. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 385-398.

Giriş

Raman saçılması, ilk defa ünlü Hint fizikçi Sir Chandrasekhara Venkata Raman (1888-1970) tarafından 1928'de keşfedilmiştir. Raman saçılmasının incelenmesi ile moleküllerin kimyasal yapısı hakkında önemli bilgiler elde edilmektedir. Raman saçılmasını temel edinen Raman spektroskopisi, inorganik ve organik örneklerin kalitatif ve kantitatif analizinde kullanılabilen oldukça pratik ve hızlı, örneği tahrip etmeden uygulanabilen çok önemli bir spektroskopik yöntemdir (Smith ve Dent, 2019).

Raman titreşimsel bantları; frekansı (enerjisi), şiddeti (polar karakter veya polarlanabilirlik) ve bant şekilleri (bağların ortamı) ile karakterize edilirler. Titreşimsel enerji seviyeleri her bir moleküle özgü olduğundan, Raman spektrumu belirli bir molekülün “parmak izini” sağlar. Bu moleküler titreşimlerin frekansları; atomların kütlelerine, geometrik düzenlemelerine ve kimyasal bağlarının gücüne bağlıdır (Larkin, 2011). Ancak enstrümantal kurulum, yapısal kusurlar, eser elementler, iç gerilmeler ya da sıcaklık gibi farklı parametreler Raman sinyalini etkileyebilmektedir (Foucher ve ark., 2013) (Şekil 1).



Şekil 1. Raman spektrumu parametrelerinin ve modifikasyonlarının kökenleri (Foucher ve ark. (2013)'den değiştirilerek alınmıştır).

Birçok farklı alanda kullanılan Raman spektroskopisi mineralojik incelemelerde de özellikle mineral tayinine yönelik olarak kullanılmakta olup çok doğru ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Griffith, 1974; McMillan

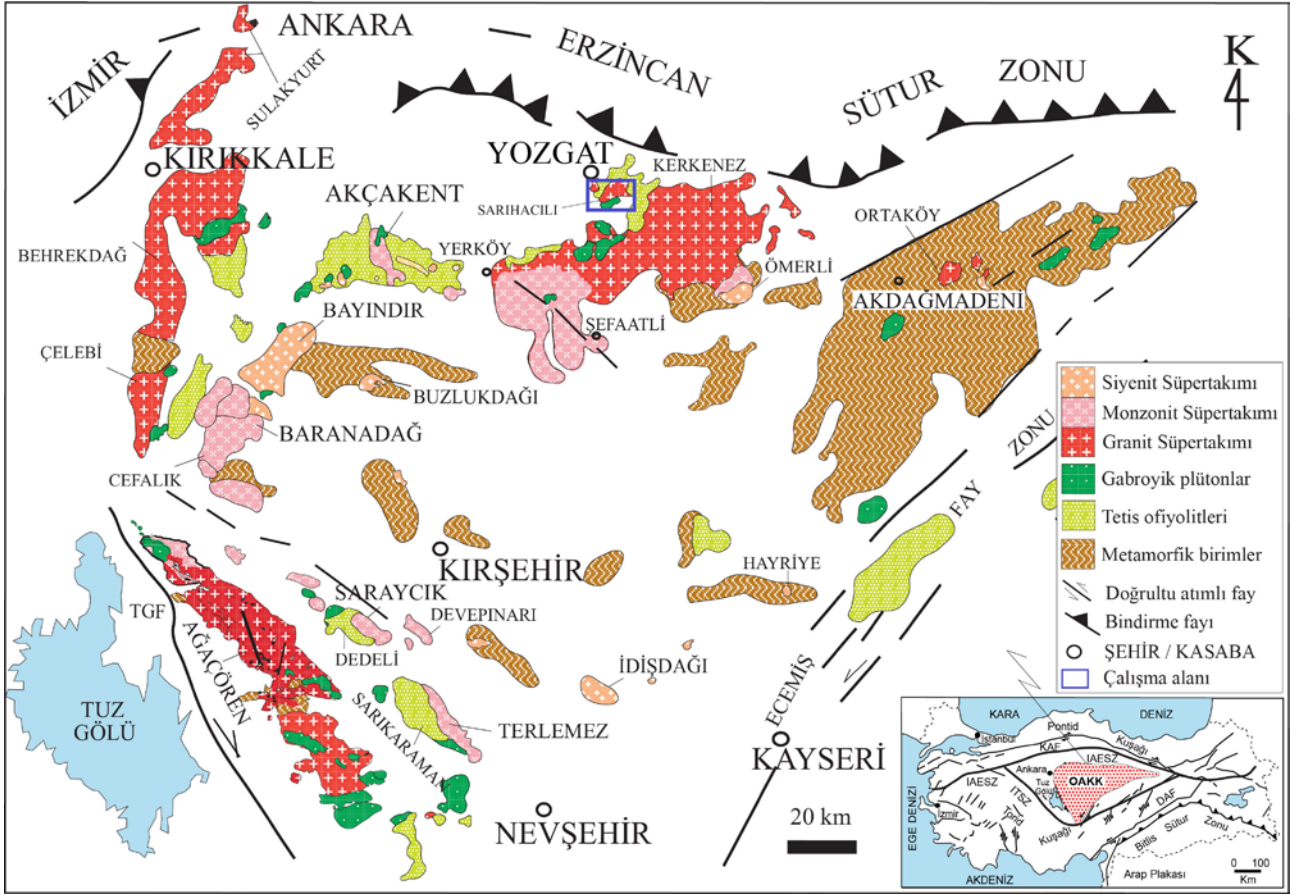
ve Hofmeister, 1988; Nasdala ve ark., 2004; Foucher ve ark., 2013, 2017; Fries ve Steele, 2018; Akçe ve Kadioğlu, 2020; Chukanov ve Viganina 2020). Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS); mineralojik ve petrolojik çalışmalarda rutin optik mikroskop, kimyasal analiz, X-ışını difraktometre (XRD) ve elektron prob mikroanaliz (EPMA) gibi diğer spektroskopik incelemeleri desteklemekte ve hatta tamamlamaktadır.

Farklı mineral ve mineral gruplarının Raman spektroskopik karakteristikleri üzerine yapılmış muhtelif çalışmalar bulunmaktadır. Silikatların ana yapısal tiplerinden biri olan fillosilikatlar, oldukça değişken yapılara ve çok karmaşık kimyaya sahip olup literatürde farklı yapı ve bileşimdeki fillosilikat minerallerinin Raman spektroskopileri üzerine de yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Loh, 1973; Blaha ve Rosasco, 1978; Wada ve Kamitakahara, 1991; Frost, 1995; Frost ve Rintoul, 1996; Frost ve Van der Gaast, 1997; Farmer, 1998; Frost ve Kloprogge, 2000; Kloprogge ve Frost, 2000; Rinaudo ve ark., 2003; Petry ve ark., 2006).

Son yıllarda ölkemizde, özellikle magmatik ve metamorfik kayalarda bulunan minerallerin Raman spektrumları kullanılarak magmanın kristalleşme süreçlerindeki değişimler ve metamorfizma koşullarının yorumlanmasına yönelik çalışmalar ağırlık kazanmıştır (Zoroğlu ve Kadioğlu, 2007; Akçe ve Kadioğlu, 2009a,b; Güllü ve Kadioğlu, 2009; Akçe, 2010; Deniz, 2010; Kadioğlu ve ark., 2011; Deniz ve ark., 2013; Koralay ve ark., 2013; Güllü ve Kadioğlu, 2017; Güllü ve ark., 2019; Kadioğlu ve ark., 2019; Akçe ve Kadioğlu, 2020, Koralay ve Ören, 2020; Deniz 2021).

Çalışma alanı, bölgesel jeolojik konum açısından literatürde Orta Anadolu Masifi (Ketin, 1955), Kırşehir Masifi (Seymen, 1981), Kırşehir Bloğu (Görür ve ark., 1984), Kırşehir Karmaşığı (Lünel, 1985) ve Kırşehir Mikrolevhası (Norman ve ark., 1980) olarak da adlandırılan Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu ve ark., 1991) içerisinde yer almaktadır. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK), Orta Anadolu'da kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan sütün zonu, batıda Tuz Gölü fayı, doğuda ise Ecemiş fay zoneyla sınırlanan ve kabaca üçgen biçimli geniş bir alanda yayılım gösteren magmatik ve metamorfik kayalar topluluğundan oluşmaktadır (şekil 2). Bölgenin temelini metamorfik birimler ile mafik ve felsik intrüzif kütleler oluşurmaktadır. Bu temel, genç çökel ve volkanik birimler tarafından örtölmektedir. Metamorfik birimler, bölgenin daha çok kuzey kesiminde gözlenirken tabanda amfibolit fasiyesi ile başlayıp yeşilist fasiyesi ile devam etmekte ve üstte mermerler yer almaktadır. Mafik kütleler intrüzif gabrolar ile ofiyolitik gabro, diyabaz ve bazalt bileşimindeki Mesozoyik ofiyolitik seri kayalarından oluşmakta, yine bölgenin daha çok kuzey bölümünde gözlenmekte ve kuzeyden başlayıp batı ve güneydoğuya doğru bükölerek bir yay şeklinde devam etmektedirler. Felsik kütleler ise kendi içerisinde yaşlıdan gence doğru granitik, monzonitik ve siyenitik bileşimde ve kalkalkaliden alkaliye doğru değişen bir magmatik karakter sergilemekte olup bu felsik plütonlar ve bunlarla ilişkili damar karşıtları hem metamorfik temeli hem de ofiyolitik seriyi kesmiştir.

Önceki alışmalarda Yozgat Batoliti ve Kompozit Yozgat Batoliti gibi isimlerle de anılan Yozgat İntrüzif Kompleksi (YİK), OAKK'nın kuzey bölümünde yer almakta olup farklı jeolojik, mineral topluluk ve jeokimyasal karakterdeki granitoid, gabroid, monzonit ve siyenitoid bileşimindeki kayalardan oluşmaktadır (Boztuğ, 1994; Erler ve Göncüoğlu, 1996; Ekici ve Boztuğ, 1997; Tatar ve Boztuğ, 1998; Akçe, 2003; Akçe ve Kadioğlu, 2004, 2005; Akçe, 2010; Deniz ve Kadioğlu 2019).



Şekil 2. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (OAKK: Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, İTSZ: İç Toros Sütur Zonu, İAESZ: İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu) (Kadioğlu ve ark. (2006)'dan değiştirilerek alınmıştır).

Bu çalışma kapsamında; YİK'nin kuzey bölümünde yer alan S-tipi granitler (Akçe, 2010) içerisinde gözlenen beyaz mikalar üzerinde analizler yapılmıştır. Genelde petrografik incelemelerde daha ayrıntılı mineralojik tanımlamalar yerine daha genel anlamda “beyaz mika” ifadesi kullanılır. Muskovit, kayalarda en yaygın gözlenen beyaz mikadır. Muskovitler, çoğunlukla magmatik ve metamorfik kayalarda ve kısmen de sedimanter kayalarda bulunmaktadır.

İncelenen bu minerallerin Raman spektrum sonuçları değerlendirilerek magmanın kristalleşme süreçlerindeki farklılıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca beyaz mikalarla ilgili literatürdeki Raman verileri ile karşılaştırılarak çalışma alanındaki beyaz mikaların Raman karakterizasyonu irdelenmiştir. Böylece beyaz mikaların KRS ile bileşimsel özellikleri belirlenerek yer aldıkları kayaların kökenleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Beyaz Mikaların Bulunduğu Kaya Tipleri

Beyaz mikalar magmatik, metamorfik ve sedimanter kaya tiplerinde bulunabilmektedir. Magmatik kayalardan özellikle S-tipi granitlerde ve pegmatitlerde daha çok yer alan beyaz mikalar, volkanik kayalarda ise yer almamaktadır. Beyaz mikalar magmanın kristalleşmesinde, basıncın daha az olduğu durumlarda oluşmaktadır. Özellikle pegmatitlerde ana mineral olarak oluşurlar.

Metamorfik kayalarda beyaz mikalar yeşilışt fasiyesinde metamorfizma koşullarının belirlenmesinde ana mineral rolü oynar. Bununla birlikte gömülme metamorfizmasında mavişist fasiyesinde mavi amfibollerle birlikte gözlenirler.

Sedimanter kayalarda özellikle kırıntılı kayalarda farklı oranlarda bulunabilmektedir. Bu yüzden beyaz mikaların Raman karakteristikleri kayanın oluşum koşullarının belirlenmesinde önemli rol oynar.

Mikaların Raman Spektroskopik Karakteristikleri

Fillosilikatlar ve özellikle mikaların Raman spektroskopik karakteristikleri üzerine farklı araştırmacılar tarafından yapılmış önemli çalışmalar mevcuttur (Loh, 1973; Tlili ve ark., 1989; Robert ve ark., 1993; McKeown ve ark., 1999a,b; Wang ve ark., 2002; Šontevska ve ark., 2008; Wang ve ark., 2015; Singh ve Singh, 2016).

Fillosilikatlar magmatik, metamorfik ve sedimanter süreçlerle oluşabilir. Fillosilikatlar son derece karmaşık yapılara ve spesifik kökenleriyle ilişkili olarak oldukça değişken bileşimlere sahiptirler. Fillosilikatlar, T ve Oc istiflenme dizilerinin farklı tiplerine göre beş farklı gruba ayrılabilirler. T: merkezi kation olarak Si (ve bazen Al) tarafından doldurulmuş tetrahedrayı temsil etmek için; Oc: merkezi kation olarak Mg, Fe²⁺, Fe³⁺ veya Al³⁺ oktahedrayı temsil etmek için kullanılmaktadır. Bu gruplar; *kaolinit-serpantin grubu* (T–Oc), *pirofillit-talk grubu* (T–Oc–T), *mika grubu* (T–Oc–T–A, A=K, Na), *smektit grubu* [T–Oc–T–B, B=Na, K, Ca, Li, Mg(H₂O)₆] ve *klorit grubudur* (T–Oc–T–Oc–T–Oc–T) (Wang ve ark., 2015). Bu minerallerin yapısal-bileşimsel sınıflandırılması Tablo 1’de verilmiştir (T = tetrahedral tabaka, O = oktahedral tabaka, A = ara tabaka büyük kation veya su) (Wang ve ark., 2002).

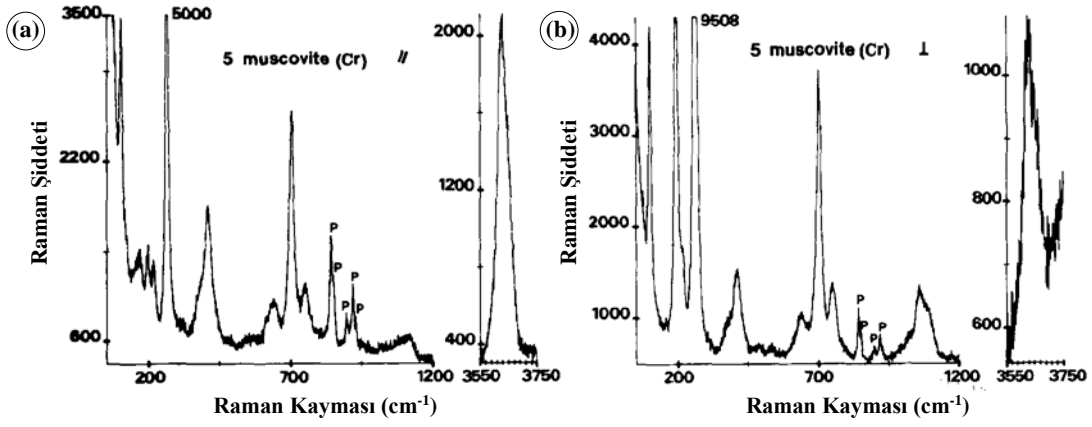
Fillosilikatlar, belirgin şekilde farklı istiflenme dizilerine sahip olup bunlardan mika grubu mineraller T–Oc–T–A (A=K, Na) şeklindedir. Muskovit [KAl₂(AlSi₃O₁₀)(OH)₂], filogopit [KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂] ve biyotitin [KFe₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂] ortak yapısal özelliği; T–Oc–T tabakaları arasındaki boşluğa sıkıştırılmış A’nın (normalde Na⁺ ya da K⁺) büyük kationu ifade ettiği T–Oc–T –A istiflenme dizisidir (Wang ve ark., 2015).

Tablo 1. Yaygın fillosilikatların yapısal-bileşimsel sınıflandırılması (Wang ve ark., 2002)

	Di-oktahedral (O alanlarının 2/3’ünü Al doldurur)	Tri-oktahedral (O alanlarının tamamını Mg, Fe doldurur)
T-O	Kaolinit	Serpantin
T-O-T	Pirofillit	Talk
T-O-T – A	Muskovit	Flogopit-Biyotit
T-O-T – A	Montmorillonit	Vermikülit
T-O-T– O –T-O-T		Klorit

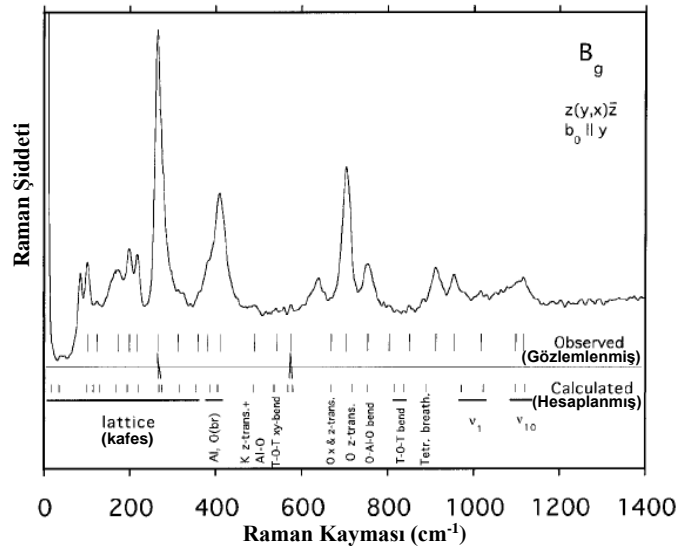
Fillosilikatların Raman spektrası genelde; 1) 3800-3000 cm⁻¹, 2) 1150-800 cm⁻¹, 3) 800-600 cm⁻¹ ve 4) <600 cm⁻¹ olmak üzere dört spektral bölgede gözlenir. 3800-3000 cm⁻¹ spektral bölgesindeki Raman pikleri fillosilikat yapılarındaki OH ya da suyun gerilme modundan kaynaklanır (Wang ve ark., 2002, 2015).

Tlili ve ark., (1989), fillosilikatlardan mikaların Raman spektrasını; düşük dalga sayısı bölgesi (= 50-300 cm⁻¹), yüksek dalga sayısı bölgesi (= 300-1250 cm⁻¹) ve OH-gerilme bölgesi (= 3500-3750 cm⁻¹) şeklinde alt bölümlere ayırmıştır. Araştırmacılar, gelen lazer polarizasyonunun dilinim düzlemine paralel (//) (Şekil 3.a) ya da dik (⊥) (Şekil 3.b) olmasına göre oluşan muskovit Raman spektrallerindeki farklılıkları ortaya koymuşlardır.



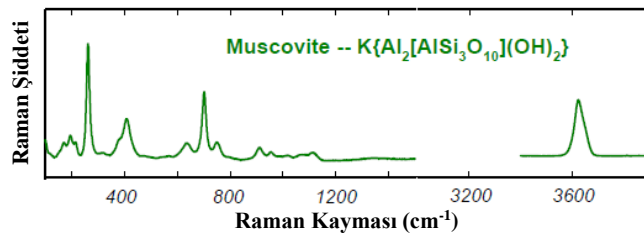
Şekil 3. Muskovitlerin Raman spektrası (gelen lazer polarizasyonu (a): dilinim düzlemine paralel, (b): dilinim düzlemine dik; P: mikroskop objektifinden kaynaklanan parazitleri belirtir) (Tlili ve ark. (1989)'dan alınmıştır)

McKeown ve ark. (1999a)'ya göre; muskovitlerin 800 cm^{-1} 'den daha büyük frekanslarda hesaplanan Raman ve IR-aktif modları, T'nin tetrahedral bir bölge olduğu iç levha T-O gerilmesi ve T-O-T bükülme hareketleri tarafından domine edilmiştir. 800 ve 360 cm^{-1} arasındaki modlar, K ve oktahedral Al yer değiştirmeleri ile karışık iç tetrahedral levha hareketlerine sahiptir. 360 cm^{-1} 'den daha düşük frekanslardaki modlar ise, kafes ve OH hareketlerine sahiptir (Şekil 4).



Şekil 4. Muskovit için Bg simetrisinin Raman spektrumu (McKeown ve ark. (1999a)'den alınmıştır).

Wang ve ark. (2002), fillosilikatların Raman spektroskopik karakterizasyonunu inceledikleri çalışmada; muskovitlerin tipik Raman spektrasını vermişlerdir (Şekil 5).



Şekil 5. Muskovitin tipik Raman spektrası (Wang ve ark. (2002)'den değiştirilerek alınmıştır)

Šontevska ve ark. (2008)'in titreşimsel spektroskopik özelliklerinin bazı fillosilikat mineralleri için tanımlayıcı araç olarak kullanılabilirliğini irdeledikleri çalışmada muskovitlerin Raman spektrasındaki bantları açıklamışlardır. Bu çalışmaya göre; yüksek frekanslı (yaklaşık 1100 cm^{-1}) geniş ve karmaşık bant ve 900 cm^{-1} civarındaki bant, Si–O–Si(Al) gerilme titreşimlerini temsil etmektedir. Daha düşük dalga sayılarına doğru gidildikçe, 750 ve 700 cm^{-1} civarındaki çok zayıf bant muhtemelen $\delta(\text{O–Al–O})$ titreşimlerinden kaynaklanmaktadır. Dunje'den (Kuzey Makedonya) alınan muskovitin sadece Fourier Dönüşümlü (FT) Raman spektrumunda kayıtlı olan 541 cm^{-1} 'deki bant, McKeown ve ark. (1999a)'ya göre Al–O–Al bükülme karakterine sahiptir. 420 ve 260 cm^{-1} civarındaki daha düşük frekans bantları, yalnızca tek bir titreşim tipine atanamaz ve esas olarak O–Al–O ve O–Si–O translasyonlarıyla ilişkilendirilen karışık karaktere sahiptir. 190 cm^{-1} 'deki Raman piki, Al-OH translasyonlarına bağlanabilir (Šontevska ve ark., 2008).

Singh ve Singh (2016)'nın tabakalı fillosilikatlardan muskovit ve biyotitlerin titreşimsel spektroskopik özelliklerini ve elektron mikroprob, XRD ve IR spektroskopik gibi farklı tekniklerle kombinasyonunu inceledikleri çalışmada muskovitlerin literatürdeki farklı kökenlerdeki muskovitler ile karşılaştırarak Raman bantlarını açıklamışlardır. Buna göre; yüksek frekans bölgesinde, 1127 cm^{-1} civarında çok güçlü bir bant ve 914 cm^{-1} civarında orta şiddetli bant, Si-O-Si ve Si-O-Al gerilme titreşimlerine aittir. 755 cm^{-1} ve 703 cm^{-1} civarındaki orta şiddet bandı, $\delta(\text{O–Al–O})$ titreşimlerinden kaynaklanmaktadır. Al-O-Al'in bükülme özelliğinden dolayı muskovitin Raman spektrumunda 579 cm^{-1} 'lik bir bant gözlenmektedir. 407 cm^{-1} ve 263 cm^{-1} civarındaki düşük frekanslı güçlü bantlar, O-Al-O ve O-Si-O translasyonlarıyla bağlantılıdır. Al-OH translasyonları nedeniyle, 197 cm^{-1} civarında orta şiddetli bir Raman piki de gözlenir (Singh ve Singh, 2016).

Materyal ve Metot

Bu çalışma; literatür taraması, arazi çalışması, laboratuvar çalışması ve elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

YİK'nin kuzey bölümünde yer alan beyaz mika içeren granitlerde yapılan arazi çalışması sonucunda alınan kaya örneklerinden üstü açık parlak ince kesitler yaptırılmış olup ayrıntılı mineralojik ve petrografik incelemeler neticesinde mineralojik bileşimleri ve mikroskobik dokusal özellikleri ortaya konmuştur. Petrografik incelemeler, Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (YEBİM) Leica marka DMLP model polarizan mikroskop kullanılarak yapılmıştır.

Petrografik inceleme neticesinde S-tipi granitleri temsil eden kaya örneklerinden seçilen beyaz mikaların Raman spektroskopik karakteristikleri incelenmiştir. KRS incelemesi, YEBİM laboratuvarlarında yüksek çözünürlüklü “Thermo Scientific DXR” model konfokal Raman spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Parlak ince kesitler üzerinde yerleri belirlenerek işaretlenmiş olan beyaz mikaların (muskovitlerin), slit açıklığı $25\text{ }\mu\text{m}$ ve 600 çizgi/mm grating değerli (tahmini çözünürlük: $2,6\text{--}4,4\text{ cm}^{-1}$ ve tahmini nokta boyutu: $0,7\text{ }\mu\text{m}$) 633 nm dalga boyunda lazer ile uyarılarak yapılan Raman spektroskopik ölçümleri neticesinde $50\text{--}1250\text{ cm}^{-1}$ ve $2800\text{--}3623\text{ cm}^{-1}$ dalga sayısı aralıklarındaki spektrumları elde edilmiştir.

Literatür araştırması, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler hep birlikte değerlendirilerek çalışma alanındaki S-tipi granitlerdeki beyaz mikaların ayırt edilmesini sağlayan kriterler bu çalışmada saptanmaya çalışılmıştır.

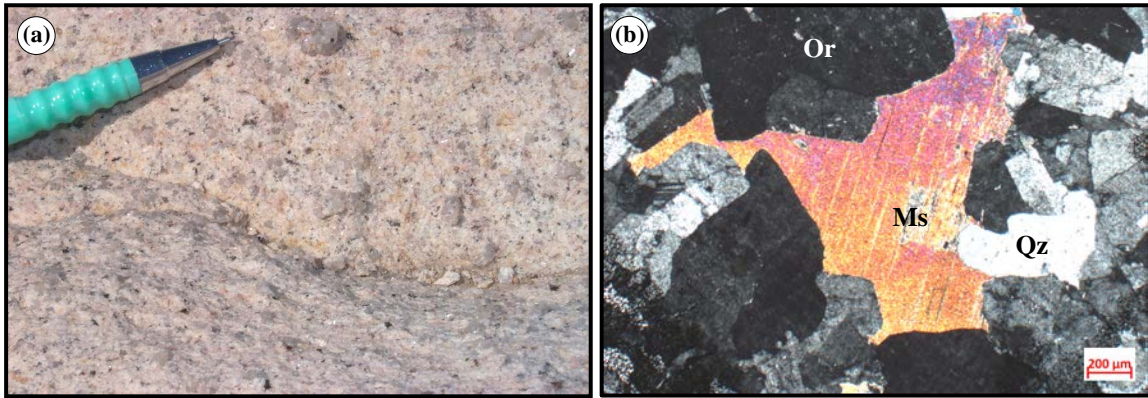
Bulgular ve Tartışma

Petrografi

YİK'nin kuzey bölümünde tipik olarak Sarıhacılı ve civarında yayılım gösteren S-tipi granitler, açık pembe renkli, daha çok lökokrat karakterde ve alkali feldispat granit bileşimine sahiptirler (Akçe, 2003; Akçe ve Kadioğlu, 2004; Akçe ve Kadioğlu, 2005).

Yer yer iri kuvarslar içeren birim, faneritik ve iri kuvarslardan dolayı porfiro faneritik doku özelliği sergilemektedir (Şekil 6.a).

Polarizan mikroskop altında holokristalin hipidiyomorf doku özelliği sergileyen bu granitik kayalar başlıca kuvars, alkali feldispat, beyaz ve siyah mika (muskovit ve biyotit) ve az oranda plajiyoklaz mineralleri içerirler (Şekil 6.b). Beyaz mikalar petrografik incelemelerde genel olarak sergiledikleri levhamsı biçimli, renksiz, düşük rölyefli ve tek yönlü dilinimli olması, canlı girişim renkleri ile karakteristiktirler. İncelenen kayalarda tali mineral olarak genelde özşekilsiz ve yarı özşekilli granatlar da az oranda bulunmaktadır.



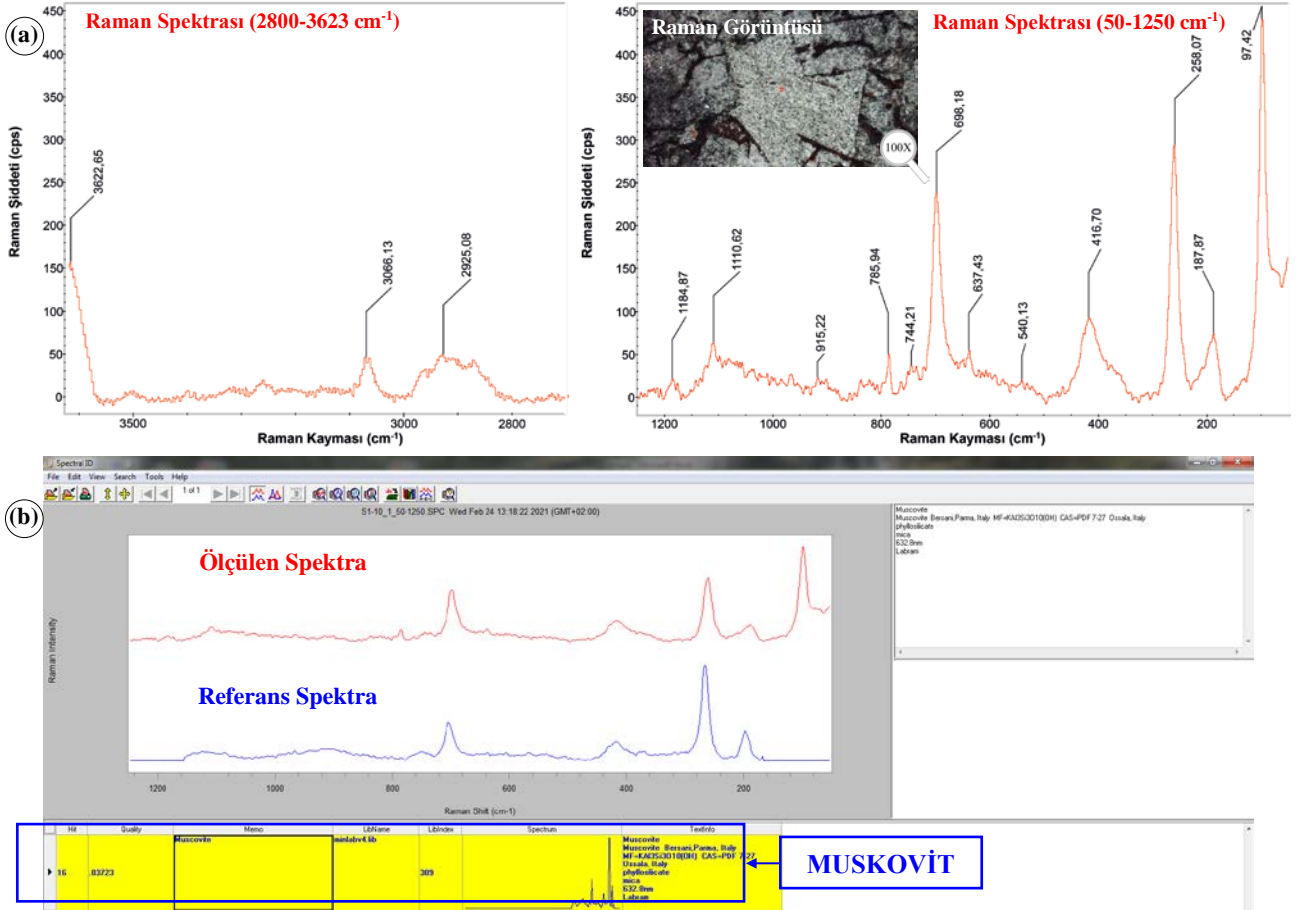
Şekil 6. Yozgat İntüzif Kompleksi kuzeyindeki S-tipi granitlerin (a): arazi görüntüsü, (b): polarizan mikroskop görüntüsü (çapraz nikel; Qz: kuvars, Or: ortoklaz, Ms: muskovit; mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre yapılmıştır)

Bu felsik intrüzif kayalar, modal mineralojik bileşimlerine göre QAPF adlandırma diyagramında (Streckeisen, 1976) alkali feldispat granit bileşimi sergilemektedirler.

Konfokal Raman Spektroskopisi

YİK'nin kuzey bölümündeki S-tipi granitler içerisindeki beyaz mikalar muskovit bileşiminde ve genelde temiz yüzeyli olup referans spektra ile uyumlu ve güçlü Raman bantları sergilemektedirler (Şekil 7).

Muskovit mikaların Raman karakteristikleri ile ilgili literatürde birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar mevcuttur. Çalışma alanındaki granitler içerisindeki beyaz mikaların (muskovitlerin) Raman spektrumundaki ve literatürde yayımlanmış farklı bölgelere ait muskovitlerin spektral sonuçlarının farklı bantlar için belirlenmiş deneysel sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 2'de verilmiştir. Bu çalışmada incelenen beyaz mikalar için elde edilen Raman sonuçları, farklı kökenlerden muskovit mikalarla ilgili literatürde yayımlanmış verilerle genel olarak uyumlu olup pikler açısından örtüşme göstermektedir. Uyumlu olmayanlar bazı minör pikler de görülmektedir. Bu durum, incelenen minerallerin oluşum sıcaklık ve basınç koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir.



Şekil 7. Yozgat İntrüzif Kompleksi kuzey bölümündeki S-tipi granitler içerisindeki muskovitlerin Raman spektroskopik karakteristikleri: (a) doğrudan ölçülen spektrumlar, (b) ölçülen pik ile referans pikin karşılaştırılması.

Tablo 2. Muskovitin Raman spektrasındaki farklı araştırmacılarca belirlenmiş bantlar ve açıklamaları

Bu çalışma	Singh ve Singh, 2016 (Nilore)	Šontevska ve ark., 2008 (Dunje) ^a	Šontevska ve ark., 2008 (Dunje) ^b	Šontevska ve ark., 2008 (Nežilovo) ^a	Šontevska ve ark., 2008 (Nežilovo) ^a	Wopenka ve ark., 2002	McKeown ve ark., 1999a	Wada ve Kamitakahara, 1991	Deneysel Modlar
1111 ^m	1127 ^{vs}	1097 ^{vw,br}	1102 ^w	1097 ^w	–	–	1098 ^w	–	v(Si–O–Si)
915 ^{vw}	914 ^m	900 ^{vw}	899 ^w	902 ^{vw}	902 ^{vw}	914 ^w	912 ^w	895 ^w	v(Si–O–Al)
744 ^w	755 ^m	752 ^{vw}	753 ^{vw}	751 ^{vw}	752 ^{vw}	756 ^w	754 ^w	755 ^{vw}	δ(O–Al–O)
698 ^s	703 ^s	703 ^s	701 ^s	701 ^s	698 ^m	706 ^s	704 ^s	705 ^s	δ(O–Al–O)
540 ^{vw}	579 ^{vw}	–	541 ^w	–	–	566 ^w	542 ^w	–	δ(Al–O–Al)
417 ^{m,br}	407 ^s	419 ^{m,br}	420 ^{m,br}	420 ^m	420 ^w	417 ^s	410 ^s	425 ^s	δ(O–Al–O)
258 ^{vs}	263 ^{vs}	262 ^{vs}	262 ^{vs}	262 ^s	262 ^s	263 ^{vs}	265 ^{vs}	270 ^{vs}	δ(O–Si–O)
188 ^m	197 ^m	191 ^m	191 ^m	188 ^w	188 ^w	195 ^m	199 ^m	200 ^m	L(Al–OH)

^a532 nm ile uyarım; ^b1064 nm ile uyarım; ^s: güçlü; ^w: zayıf; ^m: orta; ^v: çok; ^{br}: geniş pik.

İncelenen muskovit mikaların 50-1250 cm⁻¹ bölgesindeki Raman spektrumu Şekil 7.a’da verilmiştir. Yüksek frekans bölgesinde 1110,62 cm⁻¹’deki orta şiddetli, geniş ve asimetrik bant Si–O–Si gerilme titreşimlerine; 915,22 cm⁻¹’deki çok zayıf şiddetli bant ise Si–O–Al gerilme titreşimlerine aittir. 785,94 cm⁻¹’deki bant tetrahedral titreşimleri (T–O–T bükülme hareketlerini) temsil eder. 744,21 cm⁻¹’deki zayıf şiddetli bant ile 698,18 cm⁻¹’deki güçlü bant O–Al–O bükülme titreşimlerinden kaynaklanır. 540,13 cm⁻¹’deki çok zayıf şiddetli bantın McKeown ve ark. (1999a)’ya göre Al–O–Al bükülme karakterine sahip olduğu söylenebilir.

Düşük frekans bölgesinde $416,70 \text{ cm}^{-1}$ 'deki orta şiddetli ve geniş bant ile $258,07 \text{ cm}^{-1}$ 'deki çok güçlü bant, sırasıyla O–Al–O ve O–Si–O translasyonları ile bağlantılıdır. $187,87 \text{ cm}^{-1}$ 'deki orta şiddetli ve asimetric bant Al–OH translasyonlarına bağlıdır. En düşük frekans olan $97,42 \text{ cm}^{-1}$ 'deki çok güçlü bant, McKeown ve ark. (1999a)'ya göre levha translasyonlarından kaynaklanmaktadır.

İncelenen muskovit mikaların $2800-3623 \text{ cm}^{-1}$ bölgesindeki Raman spektrumu Şekil 7.a'da verilmiştir. Literatürde belirtildiği üzere $3800-3000 \text{ cm}^{-1}$ spektral bölgesindeki Raman pikleri fillosilikatların yapılarındaki OH ya da suyun gerilme modundan kaynaklanmaktadır (Wang ve ark., 2002, 2015). $3100-2800 \text{ cm}^{-1}$ spektral bölgesindeki Raman pikleri ise C-H gerilme titreşimlerine aittir (Fries ve Steele, 2018; Larkin, 2011). $3622,65 \text{ cm}^{-1}$ 'deki güçlü bant literatürde muskovit mikalar için belirtilen tipik OH gerilme modu ile birebir uyumludur (Tlili ve ark., 1989; Wang ve ark., 2002). $2800-3623 \text{ cm}^{-1}$ arasındaki Raman bantları, O-H ve C-H gerilme titreşimlerinden kaynaklanan bantlarla örtüşme yapabilmektedir (Socrates, 2001). Raman spektral yorumlamalarda bu bantlara dikkat edilmesi gerekmekte ve ayırımının yapılabilmesi önem taşımaktadır.

Sonuçlar

Beyaz mikaların, magmatik kayalar içerisinde tipik olarak alkali feldispat granitlerde ve pegmatitlerde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, Raman spektroskopik özelliklerini kullanarak muskovit bileşimindeki beyaz mikaların diğer mikalardan ayırt edilmesi konusu ele alınmıştır. Oluştığı ortam itibarıyla beyaz mikaların kendine has Raman kayma spektrumları ve kayma değerleri ortaya konulmuştur. Aynı zamanda bulunduğu ortam itibarıyla, sıkışmalı tektonik rejime bağlı kaldığı zaman Raman piklerinde kaymaların oluşabileceği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; muskovitler bulunduğu kaya bakımından magmatik, metamorfik ve sedimanter kökenini belirlemeye yönelik olarak Raman kayma değerlerindeki farklılıklar karakteristik olarak kullanılabilirler. Böylece S-tipi granitlerdeki muskovitlerin diğer granit ve farklı kayalardaki muskovitlerden ayırt edilmesi için Raman spektrumlarının karakteristik olarak belirlenebileceği ortaya konulmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Akçe MA. Yozgat Batolitinin kuzey bölümünün jeolojisi ve petrolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:118, Ankara, Türkiye, 2003.
- Akçe MA. Yozgat İnrüzif Kompleksinin jeolojisi, petrolojisi ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığındaki zamansal ve mekansal konumu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, sayfa no:240, Ankara, Türkiye, 2010.

- Akçe MA., Kadioğlu YK. Petrology of s-type granites and gabbros of Yozgat Batholith: Central Anatolian Crystalline Complex. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 2004; 68(11) Suppl. 1: A659.
- Akçe MA., Kadioğlu YK. Yozgat batoliti kuzey bölümündeki lökograditlerin petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 2005; 48(2): 1-20.
- Akçe MA., Kadioğlu YK. Yozgat İntüzif Kompleksindeki granatların Raman konfokal spektroskopik karakteristikleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009a, sayfa no:614-615, Ankara.
- Akçe MA., Kadioğlu YK. Raman spektroskopisinin mineralojide kullanımı: Yozgat İntüzif Kompleksi, Orta Anadolu. XI. Ulusal Spektroskopi Kongresi, 23-26 Haziran 2009b, sayfa no:14, Ankara.
- Akçe MA., Kadioğlu YK. Raman spektroskopisinin ilkeleri ve mineral tanımlamalarında kullanılması. *Neşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2020; 9(2): 99-115.
- Blaha JJ., Rosasco GJ. Raman microprobe spectra of individual microcrystals and fibers of talc, tremolite, and related silicate minerals. *Analytical Chemistry* 1978; 50(7): 892-896.
- Boztuğ D. Kırşehir Bloğundaki Yozgat batoliti doğu kesiminin (Sorgun Güneyi) petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenezi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi* 1994; 9 (1-2): 1-20.
- Chukanov NV., Viggasina MF. Vibrational (Infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds. 1st ed. Springer Mineralogy Series. Cham, Switzerland: Springer; 2020.
- Smith E., Dent G. Modern Raman spectroscopy: a practical approach. 2nd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley; 2019.
- Deniz K. Buzlukdağı (Kırşehir) alkali magmatik kayaçların jeolojisi, petrolojisi ve konfokal Raman spektrometresi ile incelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:138, Ankara, Türkiye, 2010.
- Deniz K. Mica types as indication of magma nature, Central Anatolia, Turkey. *Acta Geologica Sinica - English Edition* 2021; doi: <https://doi.org/10.1111/1755-6724.14670>.
- Deniz K., Kadioğlu YK. Investigation of feldspar raw material potential of alkali feldspar granites and alkali feldspar syenites within Central Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 2019; 158: 265-289.
- Deniz K., Kadioğlu YK., Koralay T., Güllü B., Akçe MA., Kılıç CO. Petrology and Raman characterization of leucitites within the ultrapotassic rocks: Afyon, NW Turkey. *Mineralogical Magazine* 2013; 77(5): 974.
- Ekici T., Boztuğ D. Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer alan Yozgat Batolitinde syn-COLG ve post-COLG granitoyid birlikteliği. *Yerbilimleri* 1997; 30(1): 519-538.
- Erlar A., Göncüoğlu MC. Geologic and tectonic setting of the Yozgat Batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *International Geology Review* 1996; 38(8): 714-726.
- Farmer VC. Differing effects of particle size and shape in the infrared and Raman spectra of kaolinite. *Clay Minerals* 1998; 33(4): 601-604.
- Foucher F., Guimbretière G., Bost N., Westall F. Petrographical and mineralogical applications of Raman mapping. In: Maaz, K. (ed.) *Raman spectroscopy and applications*. InTechOpen 2017; 163-180.

- Foucher F., Lopez-Reyes G., Bost N., Rull-Perez F., R  bmann P., Westall F. Effect of grain size distribution on Raman analyses and the consequences for in situ planetary missions. *Journal of Raman Spectroscopy* 2013; 44(6): 916-925.
- Fries M., Steele A. Raman spectroscopy and confocal Raman imaging in mineralogy and petrography. In: Toporski, J., Dieing, T., Hollricher, O. (eds.) *Confocal Raman microscopy*. Springer Series in Surface Sciences, Springer International Publishing 2018; 66: 209-236.
- Frost RL. Fourier transform Raman spectroscopy of kaolinite, dickite and halloysite. *Clays and Clay Minerals* 1995; 43(2): 191-195.
- Frost RL., Klopogge JT. Raman spectroscopy of nontronites. *Applied Spectroscopy* 2000; 54(3): 402-405.
- Frost RL., Rintoul L. Lattice vibrations of montmorillonite: an FT Raman and X-ray diffraction study. *Applied Clay Science* 1996; 11(2-4): 171-183.
- Frost RL., Van der Gaast SJ. Kaolinite hydroxyls - a Raman study. *Clay Minerals* 1997; 32(3): 471-484.
- Göncüoğlu MC., Toprak V., Kuşcu  ., Erler A., Olgun E. Orta Anadolu Masifinin Batı bölümünün jeolojisi, B l m 1: G ney kesim. TPAO, 1991; Rapor No: 2909 (yayımlanmamış).
- G r r N., Oktay FY., Seymen  ., şeng r AMC. Palaeotectonic evolution of the Tuzg l  basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. In: Dixon J.E., Robertson A.H.F. (eds) *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, London, Special Publications 1984; 17: 467-482.
- Griffith WP. Raman spectroscopy of minerals. In: Farmer, V.C. (ed.) *The infrared spectra of minerals*. Mineralogical Society Monograph, London: Mineralogical Society; 1974; 4: 119-135.
- G ll  B., Kadioğlu YK. Orta Anadolu'daki farklı turmalinlerin konfokal Raman spektrometrisi ile tanımlanması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009, sayfa no:630-631, Ankara.
- G ll  B., Kadioğlu YK. Use of tourmaline as a potential petrogenetic indicator in the determination of host magma: CRS, XRD and PED-XRF methods. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 2017; 183: 68-74.
- G ll  B., Kadioğlu YK., Koralay T., Deniz K. Raman characteristics of G c nkaya (Aksaray) gabbroic rocks, Central Anatolia-Turkey. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, 30 June - 6 July 2019, 19(1.1): page number:475-482, Bulgaria.
- Kadioğlu YK., Dilek Y., Foland KA. Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex, Turkey. In: Dilek Y., Pavlides S. (eds) *Postcollisional tectonics and magmatism in the Mediterranean region and Asia*. Special Papers - Geological Society of America 2006; 409: 381-415.
- Kadioğlu YK., Deniz K., Koralay T., G ll  B. Nature of the gabbro in Central Anatolia: geological observation and spectroscopic applications, Turkey. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, 30 June - 6 July 2019, 19(1.1): page number:377-384, Bulgaria.
- Kadioğlu YK., Koralay T., Zoroğlu O., G ll  B., Akçe MA., Deniz K., Yıldıırım B. Differentiation of ophiolitic and nonophiolitic gabbros using confocal Raman spectroscopy: Central Anatolia Turkey. *Mineralogical Magazine* 2011; 75(3): 1133.

- Ketin İ. Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 1955; 6(1): 1-28.
- Kloprogge JT., Frost RL. The effect of synthesis temperature on the FT-Raman and FT-IR spectra of saponites. *Vibrational Spectroscopy* 2000; 23(1): 119-127.
- Koralay T., Kadioğlu YK., Jiang SY. Determination of tourmaline composition in pegmatite from Buldan, Denizli (Western Anatolia, Turkey) using XRD, XRF, and confocal Raman spectroscopy. *Spectroscopy Letters* 2013; 46(7): 499-506.
- Koralay T., Ören U. Determination of spectroscopic features and gemstone potential of garnet crystals from the Çamköy region (Aydın - SW Turkey) using XRPD, XRF, confocal Raman spectroscopy, EPMA and gemological test methods. *Periodico di Mineralogia* 2020; 89(2): 105-123.
- Larkin PJ. *Infrared and Raman spectroscopy: principles and spectral interpretation*. 1st ed. Waltham, USA: Elsevier; 2011.
- Loh E. Optical vibrations in sheet silicates. *Journal of Physics C: Solid State Physics* 1973; 6(6): 1091-1104.
- Lünel AT. An approach to the naming, origin and age of Baranadağ monzonite of the Kırşehir intrusive suite. *METU Journal of Pure and Applied Sciences* 1985; 18(3): 385-404.
- McKeown DA., Bell MI., Etz ES. Vibrational analysis of the dioctahedral mica: $2M_1$ muscovite. *American Mineralogist* 1999a; 84(7-8): 1041-1048.
- McKeown DA., Bell MI., Etz ES. Vibrational analysis of the trioctahedral mica phlogopite. *American Mineralogist* 1999b; 84(5-6): 970-976.
- McMillan PF., Hofmeister, AM. Infrared and Raman spectroscopy. In: Hawthorne, F.C. (ed.) *Reviews in mineralogy: spectroscopic methods in mineralogy and geology*. Washington, D.C.: Mineralogical Society of America 1988; 18(1): 99-159.
- Nasdala L., Smith DC., Kaindl R., Gaft M., Ziemann MA. Raman spectroscopy: analytical perspectives in mineralogical research. In: Beran, A., Libowitzky, E. (eds.) *Spectroscopic methods in mineralogy*. EMU Notes in Mineralogy, Budapest, Hungary: Eötvös University Press 2004; 6: 281-343.
- Norman TN., Gökçen SL., Şenalp M. Sedimentation pattern in Central Anatolia at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Cretaceous Research* 1980; 1(1): 61-84.
- Petry R., Mastalerz R., Zahn S., Mayerhöfer TG., Völksch G., Viereck-Götte L., Kreher-Hartmann B., Holz L., Lankers M., Popp J. Asbestos mineral analysis by UV Raman and energy-dispersive X-ray spectroscopy. *ChemPhysChem* 2006; 7(2): 414-420.
- Rinaudo C., Gastaldi D., Belluso E. Characterization of chrysotile, antigorite and lizardite by FT-Raman spectroscopy. *The Canadian Mineralogist* 2003; 41(4): 883-890.
- Robert J-L., Beny J-M., Della Ventura G., Hardy M. Fluorine in micas: crystal-chemical control of the OH-F distribution between trioctahedral and dioctahedral sites. *European Journal of Mineralogy* 1993; 5(1): 7-18.
- Seymen İ. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 1981; 24(2): 7-14.

- Singh M., Singh L. Vibrational spectroscopic study of muscovite and biotite layered phyllosilicates. *Indian Journal of Pure & Applied Physics* 2016; 54: 116-122.
- Smith E., Dent G. *Modern Raman spectroscopy: a practical approach*. 2nd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley; 2019.
- Socrates G. *Infrared and Raman characteristic group frequencies: tables and charts*. 3rd ed. Chichester, England: John Wiley & Sons; 2001.
- Streckeisen A. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews* 1976; 12(1): 1-33.
- Šontevska V., Jovanovski G., Makreski P., Raškovska A., Šoptrajanov B. Minerals from Macedonia. XXI. vibrational spectroscopy as identificational tool for some phyllosilicate minerals. *Acta Chimica Slovenica* 2008; 55(4): 757-766.
- Tatar S., Boztuğ D. Fractional crystallization and magma mingling/mixing processes in the monzonitic association in the SW part of the composite Yozgat Batholith (Şefaati-Yerköy, SW Yozgat). *Turkish Journal of Earth Sciences* 1998; 7(3): 215-230.
- Tlili A., Smith DC., Beny JM., Boyer H. A Raman microprobe study of natural micas. *Mineralogical Magazine* 1989; 53(370): 165-179.
- Wada N., Kamitakahara WA. Inelastic neutron- and Raman-scattering studies of muscovite and vermiculite layered silicates. *Physical Review B* 1991; 43(3): 2391-2397.
- Wang A., Freeman JJ., Jolliff BL. Understanding the Raman spectral features of phyllosilicates. *Journal of Raman Spectroscopy* 2015; Special Issue: 11th International GeoRaman Conference, 46(10): 829-845.
- Wang A., Freeman J., Kuebler KE. Raman spectroscopic characterization of phyllosilicates. The 33rd Lunar and Planetary Science Conference, March 11-15 2002, #1374, League City, Texas, USA.
- Whitney DL., Evans BW. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist* 2010; 95(1): 185-187.
- Wopenka B., Popelka R., Pasteris JD., Rotroff S. Understanding the mineralogical composition of ancient Greek pottery through Raman microprobe spectroscopy. *Applied Spectroscopy* 2002; 56(10): 1320-1328.
- Zoroğlu O., Kadioğlu YK. Behavior of amphiboles in the determination of magma zoning using confocal Raman spectrometry: Beypazarı Oymağaç granitoid-Ankara Turkey. The Second International Conference on Geo-Resources in The Middle East and North Africa (GRMENA-2), February 24-28 2007, page number:110-111, Cairo, Egypt.

Karayolları Enerji Tüketiminin Motorlu Taşıtlar Türlerine ve Kullanılan Akaryakıt Miktarına Göre Modellenmesi

Ömer Faruk CANSIZ¹, İbrahim ERGİNER^{2*}, Fatih ERİŞEN³

^{1,2,3}İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31200, Hatay

¹<https://orcid.org/0000-0001-6857-2513>

²<https://orcid.org/0000-0002-6001-3124>

³<https://orcid.org/0000-0002-2750-6138>

*Sorumlu yazar: ibrahim.erginer.mf@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 21.01.2021

Kabul tarihi: 26.07.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Karayollarında enerji tüketimi

Yapay sinir ağları

Çok değişkenli regresyon

Karayollarında tüketilen enerji kaynağını fosil yakıtlardan almaktadır. Fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almakta ve nüfus, tarım, sanayi ve hizmet sektörlerindeki büyümeler bu kaynakların tüketimini artırmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de karayollarındaki enerji tüketiminin araç türleri ve toplam tüketilen akaryakıt miktarları arasındaki ilişki incelenmiştir. Enerji tüketiminin tahmini için yapay sinir ağları (YSA) ve çok değişkenli regresyon (MR) yöntemleri ile modeller yapılmıştır. Oluşturulan modelde, trafiğe kayıtlı otomobil ve motosiklet sayıları, diğer motorlu taşıtlar türleri ve toplam tüketilen akaryakıt miktarı bağımsız değişken olarak incelenmiştir. Oluşturulan modelin değerlendirilmesinde determinasyon katsayısı (R^2), hataların karelerinin ortalaması (HKO), korelasyon katsayısı (R) ve ortalama yüzde hata (OYH) değerleri performans kriteri olarak dikkate alınmıştır. Dikkate alınan kriterlere göre en iyi modelin YSA modeli olduğu gözlemlenmiştir. Bu modelde R^2 değeri 0,998; HKO değeri 37106,774; R değeri 0,999 ve OYH değeri -0,13 olarak hesaplanmıştır. Oluşturulan model ile karayollarında enerji tüketimi başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir.

Modeling Highways Energy Consumption According to Motor Vehicle Types and the Amount of Fuel Used

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 21.01.2021

Accepted: 26.07.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Energy consumption on highways

Artificial neural network

Multivariate regression

The energy source consumed on highways is derived from fossil fuels. Fossil fuels are among the non-renewable energy sources and growth in the population, agriculture, industry and service sectors increases the consumption of the resources. In this study, energy consumption is studied the relationship between vehicle type and total amount of fuel consumed in energy consumption highways in Turkey. For the estimation of energy consumption, modeling has been made with artificial neural networks (ANN) and multivariate regression (MR) methods. In the model created, the number of automobiles and motorcycles registered in the traffic, other types of motor vehicles and the total amount of fuel consumed were examined as independent variables. In the evaluation of the created model, coefficient of determination (R^2), mean squares of errors (MSE) and mean percent error (MPE) values were considered as performance criteria. It was observed that the best model according to the criteria considered was ANN. In this model the R^2 value was calculated as 0,998; the MSE value as 37106,774; the R value as 0,999; and the MPE value as -0,13. Energy

consumption on highways has been successfully estimated with the created model.

To Cite: Cansız ÖF., Erginer İ., Erişen F. Karayolları Enerji Tüketiminin Motorlu Taşıtlarına ve Kullanılan Akaryakıt Miktarına Göre Modellenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(3): 399-407.

Giriş

Fiziksel anlamda iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji; başta insan yaşamı olmak üzere sanayi, tarım, hizmet sektörleri ve ulaşımın temel ögesidir.

Dünya nüfusunun zamanla artması ve gelişmekte olan ülkelerin yaşam standartlarının gelişmesiyle son yıllarda dünya üzerindeki toplam enerji üretimi de önemli miktarda artmıştır. Geçtiğimiz 50 yıl içerisinde birincil enerji üretiminde 4 kat, sıvı yakıtların üretiminde ise 5,4 kat artış olduğu gözlemlenmiştir (Soruşbay, 2007).

Doğal kaynakların sınırlı oluşu ve artan enerji talebi dikkate alındığında, ulaşımda enerji tüketiminin analizi ve tüketimle ilgili emisyon azaltılmasının incelenmesi önemli bir konu olmuştur (Chaive ark., 2016).

Nüfus ve sanayileşmedeki artışa paralel olarak Türkiye’de enerji tüketimi, özellikle 1980’den sonra hızla artmaya başlamıştır. İhracata dayalı dışa açık birikim modelinin uygulandığı bu süreçte önemini kaybeden tarım sektörünün yerine sanayi ve hizmetler sektörü ön plana çıkmaya başlamıştır. Ekonominin genel yapısında yaşanan bu değişim daha fazla enerji kullanımını gerektirdiğinden dolayı özellikle petrol, doğal gaz ve kömür türü fosil yakıtlara olan taleplerde artış gerçekleşmiştir (Mucuk ve Uysal, 2009).

Türkiye’de 2017 yılında toplam enerji tüketimi 145,3 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olmuştur. Türkiye’nin toplam enerji tüketimi 1990 yılına göre %177, 2005 yılına göre %64, 2016 yılına göre ise %6,7 oranında artmıştır. Yine Türkiye’de 2017 yılında toplam enerji tüketiminin dağılımına bakıldığında, en yüksek tüketimin %24,8 ile mesken ve hizmetler ve %24,4 ile sanayi sektöründe gerçekleştiği görülmektedir. Bunu %23,1 ile enerji ve çevrim sektörü, %19,6 ile ulaştırma, %5,1 ile enerji dışı ve %2,9 ile tarım ve hayvancılık sektörü takip etmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).

Ülkemizde 2017 yılı itibariyle ulaştırma kaynaklı enerji tüketim oranının %19,6 olması bu konuda yapılacak çalışmalarla enerji verimliliğinin artırılması ihtiyacının ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca ülkemizdeki motorlu kara taşıtları sayısı 1999 yılında 7.758.511 iken 2019 yılı itibariyle 23.156.975 değerine ulaşarak yaklaşık %198 oranında bir artış gerçekleştiği görülmektedir (TUİK). Bu artışa paralel olarak karayollarında enerji tüketimi de artış göstermiş ve enerji verimliliği gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaya başlamıştır.

Enerji Verimliliği Vakfı, enerji verimliliğini “Enerji maliyetlerinin yükünün azaltılması, enerjide arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin asgariye indirilmesi, düşük karbonlu ekonomiye geçiş ve çevrenin korunması, yerli enerji potansiyelinin azami verimlilikte değerlendirilerek sürdürülebilirliğinin sağlanması gibi ulusal stratejik hedefleri tamamlayan ve bunları yatay kesen disiplinler arası stratejik bir faaliyetler bütünüdür” şeklinde tanımlamıştır (Enerji Verimliliği Derneği).

Bu çalışmada enerji verimliliğine katkı sağlaması amacıyla 2004-2018 yılları arasındaki toplam otomobil ve motosiklet sayısı, bu iki tür dışında kalan motorlu kara taşıtı sayısı ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarına göre enerji tüketimi tahmin edilmiştir. Tahmin modelleri, yapay zekâ tekniklerinden YSA ve istatistiksel metotlardan MR yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, karayollarında tüketilen enerji miktarının tahmini için modeller oluşturulmuştur. Tahmin modellerinin oluşturulması için YSA ve çok değişkenli regresyon yöntemlerinden yararlanılmıştır. Modeller oluşturulurken 2004-2018 yılları arasında kullanım amacına göre daha çok özel kullanıma hizmet eden otomobil ve motosiklet sayılarının toplamı, diğer motorlu kara taşıtlarının toplam sayıları ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarı bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Karayollarında tüketilen toplam enerji miktarı ise bağımlı değişken olarak kullanılmış ve bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti ile MatLab2015b programı kullanılarak regresyon analizleri ve YSA analizleri yapılmıştır. Verilerin %66,7'si eğitim, %33,3'ü test için kullanılmıştır. 2004 yılından başlayarak iki yıl eğitim bir yıl test verisi olacak şekilde devam eden düzenle eğitim ve test verileri oluşturulmuştur. Modellerde kullanılan veri seti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Veri Seti Tablosu

Yıllar	Otomobil + Motosiklet Sayıları	Diğer Motorlu Kara Taşıtları Sayıları	Tüketilen Akaryakıt (ton)	Enerji Tüketimi (btu)
2004	6619117	3617240	15240.400	11510
2005	7213811	3932015	16199.000	11781
2006	7963823	4263570	16937.978	12599
2007	8475648	4547297	17890.847	13594
2008	8978012	4787383	17913.752	12624
2009	9397225	4919475	18206.872	12516
2010	9934359	5161244	18461.624	13535
2011	10640301	5449227	19348.914	15451
2012	11306597	5726816	20656.990	16303
2013	12006749	5932698	21746.587	17677
2014	12686381	6142340	22557.586	18497
2015	13527701	6466771	25740.274	21525
2016	14321731	6768693	27848.652	23478
2017	15138778	7080167	30565.439	24731
2018	15609518	7256403	33712.271	24795

Çok Değişkenli Regresyon Yöntemi

Oluşturulan modelde birden fazla bağımsız değişken olduğundan çok değişkenli regresyon modelleri kullanılmıştır. Çok değişkenli regresyonla bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişki denklemlerle ifade edilmektedir. Bu çalışmada lineer, interaction, quadratic ve pure-quadratic regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin genel denklemi sırasıyla Denklem1, Denklem2, Denklem3 ve Denklem4'te verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 \quad (1)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_6 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (2)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_6 \cdot x_2 \cdot x_3 + \beta_7 \cdot x_1^2 + \beta_8 \cdot x_2^2 + \beta_9 \cdot x_3^2 \quad (3)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_1^2 + \beta_5 \cdot x_2^2 + \beta_6 \cdot x_3^2 \quad (4)$$

Bu denklemlerde “ x_i ” değerleri bağımsız değişkenler olan otomobil + motosiklet sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayıları, kara yollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarlarını, “ y ” değeri karayollarında tüketilen toplam enerji miktarını ve “ β_i ” değerleri ise regresyon katsayısını temsil etmektedir.

Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Günümüzde yapay zekâ teknikleri basit matematiksel denklemleri çözmekten, bir görüntüdeki nesneyi tanımlamaya hatta bir röntgen filminden kişinin herhangi bir hastalığa sahip olup olmadığını belirlemeye kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Bir yapay zekâ tekniği olan YSA, insan öğrenmesini taklit ederek genellemeler yapma ve eldeki verilerden çıkarımlar yapmayı sağlayan bilgisayar temelli bir yöntemdir (Öztürk ve Şahin, 2018).

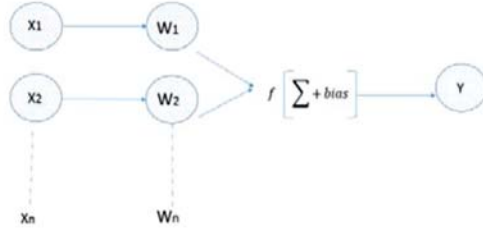
Yapılan bir çalışma, yapay sinir ağları tekniklerinin elektrik enerjisi tüketiminin tahmininde, ortalama mutlak yüzde hata ve mutlak yüzde hata kriterlerine göre Box-Jenkins modelleri ve regresyon tekniğine kıyasla daha iyi bir tahmin aracı olduğunu göstermiştir (Hamzaçebi ve Kutay, 2004).

Çetinkaya ve Acarman(2020) yaptıkları bir çalışmada araç üzerinde bulunan kamera algılayıcısı ile çekilen trafik sahne resimleri üzerinde trafik işaret levhası tespiti için yapay zeka tekniklerini kullanarak verimli bir yöntem önermişlerdir.

Yapılan bir araştırmada bir yapay zeka tekniği olan Derin Öğrenme tabanlı model eğitimi ve otonom sürüş testleri sürüş simülöründe gerçekleştirmiştir.Çalışmada sürüş simülöründe gerçekleştirilen testler sonucunda PID (Proportional Integral Derivative) kontrol tabanlı sürüşte de başarılı sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen, Derin Öğrenme tabanlı modelin performansının daha iyi olduğu belirtilmiştir (Koray ve Dirik, 2020).

Yapılan bir çalışmada araçları tespit etmek ve yedi sınıfa ayırmak için görüş sistemlerinde derin bir evrişimli sinir ağı önerilmiş ve yedi araç sınıfı için %89 ile %99 arasında ortalama hatırlama oranları elde edilmiştir (Adu-Gyamfi ve ark., 2017).

YSA’da sinir sistemindeki gibi nöronlar bulunmaktadır. Nöronlar birleşerek bir ağ oluştururlar ve YSA’da herhangi bir ön kabul yapılmadan deneme-yanılma yöntemiyle öğrenme gerçekleştirilmektedir. Öğrenme gerçekleşirken bağımsız değişkenler değerlendirilerek bağımlı değişkenlerin tahmini yapılmaktadır. Şekil 1’de YSA’ da bir nöronun nasıl çalıştığı gösterilmiştir (Erginer ve ark., 2020).



Şekil 1. YSA Nöron Mekanizması

Şekil 1’de gösterilen nöron mekanizmasında “x” değişkeni girdileri, “w” değişkeni ağırlıkları, “f” transfer fonksiyonunu “b” bias değerini ve y ise nöronun çıktısını ifade etmektedir. Bu mekanizmada her bir girdi ağırlıklarla çarpıldıktan sonra, sonuçların toplamları alınmakta ve bias değerleri eklenmektedir. Bu değer transfer fonksiyonundan geçirilmesiyle elde edilen sonuç nöronun çıktısı olmaktadır(Erginer ve ark., 2020). Şekil 1’de verilen mekanizmanın denkleme dönüştürülmüş hali Denklem 5’te görülmektedir.

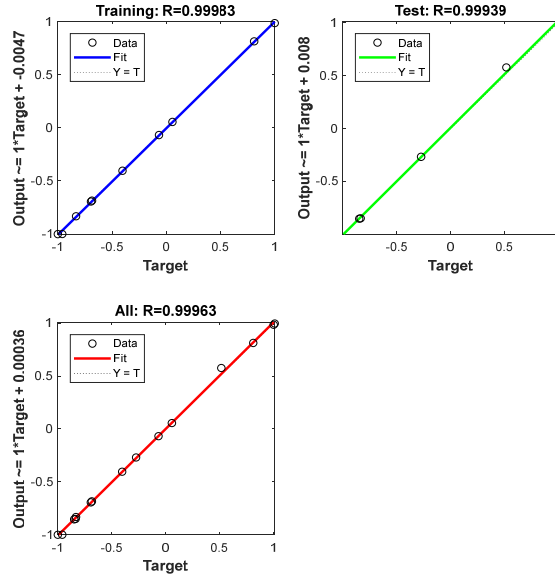
$$y = f\left(\sum_{i=1}^N x_i \cdot w_i + bias_i\right) \quad (5)$$

Bu çalışmada en iyi model Levenberg-Marquardt eğitim algoritması ve tanjant sigmoid (tansig) transfer fonksiyonu ile oluşturulmuştur. Tansig transfer fonksiyonunun formülasyonu Denklem 6 ‘da görülmektedir.

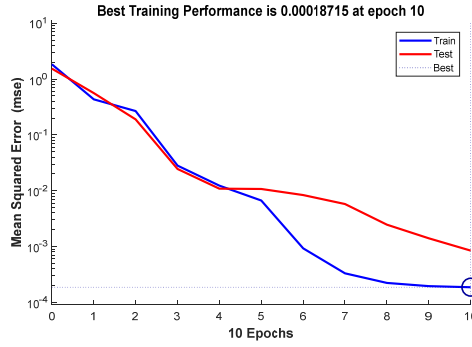
$$Tansig(N) = \frac{2}{(1 + \exp(-2N))} - 1 \quad (6)$$

Bulgular ve Tartışma

Otomobil+motosiklet sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayıları, karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarı bağımsız değişkenleri kullanılarak YSA metodu ile oluşturulan enerji tüketim tahmini modelinin korelasyon grafiği Şekil 2’de, eğitim grafiği ise Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 2. Enerji tüketim modeli R grafiği



Şekil 3. Enerji tüketim modeli eğitim grafiği

Oluşturulan regresyon modellerinden en iyi sonucu veren pure-quadratic modelin denklemi Denklem 7'de, linear, interaction ve quadratic modellerin denklemleri ise sırasıyla Denklem 8, 9 ve 10'da verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 y = & 1,78 \cdot 10^4 + 1,28 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 \\
 & -4,53 \cdot 10^{-2} \cdot x_2 + 3,65 \cdot 10^{-3} \cdot x_3 \\
 & -6,75 \cdot 10^{-10} \cdot x_1^2 + 4,45 \cdot 10^{-6} \cdot x_2^2 \\
 & -4,89 \cdot 10^{-11} \cdot x_3^2
 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
 y = & 4187,86 + 0,00288 \cdot x_1 \\
 & -0,005725 \cdot x_2 + 0,00058468 \cdot x_3
 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
 y = & 29900,45 + 0,007041 \cdot x_1 \\
 & -0,034183 \cdot x_2 + 0,001863 \cdot x_3 \\
 & +1,186 \cdot 10^{-9} \cdot x_1 \cdot x_2 \\
 & -9,106 \cdot 10^{-10} \cdot x_1 \cdot x_3 \\
 & +1,699 \cdot 10^{-9} \cdot x_2 \cdot x_3
 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
 y = & -62039,146 + 0,06502 \cdot x_1 \\
 & -0,22238 \cdot x_2 + 0,03174 \cdot x_3 \\
 & -9,19 \cdot 10^{-8} \cdot x_1 \cdot x_2 \\
 & +6,16 \cdot 10^{-9} \cdot x_1 \cdot x_3 \\
 & -1,91 \cdot 10^{-8} \cdot x_2 \cdot x_3 \\
 & +1,44 \cdot 10^{-8} \cdot x_1^2 + 1,46 \cdot 10^{-7} \cdot x_2^2 \\
 & +2,14 \cdot 10^{-10} \cdot x_3^2
 \end{aligned} \quad (10)$$

Denklemlerde x_1, x_2, x_3 değişkenleri sırasıyla otomobil+motosiklet sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayısı ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarlarını ifade etmektedir.

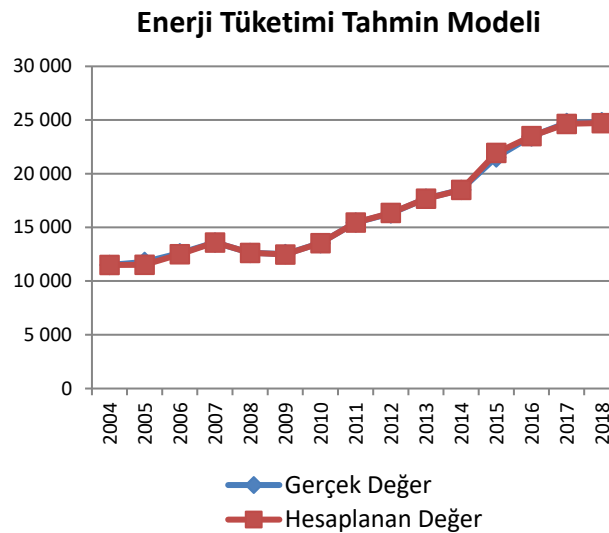
Çok değişkenli regresyon ve YSA modellerinin kıyaslanması ait HKO, OYH, R ve R^2 değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. YSA ve regresyon modellerinin kıyaslanması

	OYH	R^2	HKO	R
Lineer	0,965954	0,96595	1603457	0,982
Interaction	-1,36404	0,98761	406643	0,993
Quadratic	-6,51691	0,97007	7635112	0,984
Pure-quadratic	-3,13446	0,99296	543707	0,996
YSA	-0,13235	0,99878	37106	0,999

Tablo 2’deki verilere göre YSA modeli, çok değişkenli regresyon modellerine göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Oluşturulan YSA modelinin R değeri olan 0,999 regresyon modellerine göre 1’e daha yakındır. Modellerde genel olarak iyi korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca YSA modelinin HKO ve OYH değerleri sırasıyla 37,106 ve -0,132 olup bu değerlerin de regresyon modellerine göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu da YSA modelinin istatistiksel modellere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir(Cansız ve ark., 2020).

YSA enerji tüketim modeli ile elde edilen enerji tüketimi tahmin değerlerinin gerçek enerji tüketim değerleriyle karşılaştırılması Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Enerji tüketim tahmininin gerçek değerle karşılaştırılması

Şekil 4’te görüldüğü gibi tahmin sonuçları ile gerçek değerler çok iyi bir uyum içerisinde hareket etmiştir. 2005 ve 2015 yıllarındaki küçük farklar dışında enerji tüketim değerleri, oluşturulan YSA modeli ile başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir.

Sonuçlar

Yapılan çalışmada karayollarındaki otomobil ve motosiklet toplam sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayıları ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarları kullanılarak karayollarındaki enerji tüketimi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahmin modelleri YSA ve çok değişkenli regresyon yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan enerji tüketimi tahmin modellerine ait HKO, OYH, R^2 ve R değerleri incelendiğinde en iyi sonuçların YSA modeli ile elde edildiği görülmüştür.

Çok değişkenli regresyon yöntemi ile oluşturulan tahmin modelleri karşılaştırıldığında ise pure-quadratic regresyon modeli, diğer çok değişkenli regresyon modellerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre; otomobil ve motosiklet toplam sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayıları ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarları değişkenleri kullanılarak karayollarında enerji tüketimi başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Ayrıca buna benzer yapılacak çalışmalarda kullanılacak bağımsız değişkenlerin otomobil ve motosiklet toplam sayıları, diğer motorlu kara taşıtları sayıları ve karayollarında tüketilen toplam akaryakıt miktarları kullanılarak geliştirilebileceği önerilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılması aşamasında, veri setlerinin oluşturulmasında kaynak olarak yararlanılan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na, Türkiye İstatistik Kurumu'na ve Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Adu-Gyamfi YO., Asare SK., Sharma A., Titus T. Automated vehicle recognition with deep convolutional neural networks. *Transportation Research Record* 2017; 2645(1): 113-122.
- Cansız ÖF., Ünsalan K., Erginer İ. Karayolları enerji tüketiminin yapay zeka ve regresyon yöntemleri ile modellenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering* 2020; 25(3): 1297-1314.
- Chai J., Lu QY., Wang SY., Lai KK. Analysis of road transportation energy consumption demand in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 2016; 48: 112-124.
- Çetinkaya M., Acarman T. Trafik işaret levhası tespiti için derin öğrenme yöntemi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* 2020; 3(2): 140-157.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Sektörlere göre toplam enerji tüketimi, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sectorlere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800>

- Enerji Verimliliği Derneği. Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Kantitatif Araştırma Raporu 2020
http://www.enver.org.tr/media/catalog/pdf/enerji_verimliliği_bilinc_endeksi_kantitatif_raporu_2020.pdf
- Erginer M., Cansız ÖF., Erginer İ. Trafik kaza sayısının ve yaralı sayısının yapay sinir ağları ile tahmini. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(1): 29-35.
- Hamzaçebi C., Kutay F. Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2004; 19(3): 227-233.
- Koray AKİ., Dirik AE. Derin öğrenme tabanlı ve PID kontrol tabanlı sürücüsüz araç sistemleri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 2020; 8(5): 306-316.
- Mucuk M., Uysal D. Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi* 2009; 157(1): 105-115.
- Öztürk K., Şahin ME. Yapay Sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayî* 2018; 6(2): 25-36.
- Soruşbay C. Karayolu ulaşımından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının çevreye etkisi ve kontrolü. *Mühendis ve Makine* 2007; 48(564): 22-26.
- TÜİK. Motorlu kara taşıtları istatistikleri <https://www.tuik.gov.tr/>

Web 3.0-Anlamsal Ağ Çalışmalarının Farklı Alanlarda Kullanımı: Bir Uygulama Geliştirme Örneği

Fatih Çağatay BAZ^{1*}, Hilmi Cihan MERAL²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, 80000, Osmaniye

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, 80000, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6398-9851>

²<https://orcid.org/0000-0002-3873-6692>

*Sorumlu yazar: fatihcagataybaz@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 31.07.2021

Kabul tarihi: 29.09.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

İnternet

İnternetin evrimi

Web 3.0

Anlamsal ağ

Sparql

ÖZET

İnternet teknolojilerinin hızla gelişmesi ve hayatımıza girmesiyle birlikte pek çok alanda önemli değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bu değişimler kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebilmek için eğitim, bilgi yönetimi, e-ticaret gibi alanlarda yenilik ihtiyacını artırmıştır. İnternetin bir eklentisi olarak tanımlanan anlamsal ağ, bu ihtiyaçlardan birini oluşturan ve hızla büyüyen veri havuzundaki bilgiler arasında ilişkisel yapılar oluşturabilme kabiliyetiyle, bilgi temelli talebi karşılama potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada, internetin tarihsel süreçteki gelişiminde anlamsal ağın yeri hakkında bilgilendirme yapılarak, gelişen teknolojiyle birlikte eğitim, bilgi yönetimi, e-ticaret alanlarında oluşan yeni ihtiyaçları karşılamak üzere anlamsal ağın potansiyeline ışık tutmak amaçlanmıştır. Çalışmada anlamsal ağın, bilgi işlemede kullandığı ontolojiler, rdf yapıları ve sparql gibi teknolojilerle sağladığı farklı yaklaşımlar ve bu sayede farklı disiplinlerde uygulanabilecek yeni tasarımlar belirlenmiştir.

Web 3.0-The Use of Semantic Web Studies in Different Fields: An Application Development Example

Research Article

Article History:

Received: 31.07.2021

Accepted: 29.09.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Web

The evolution of the web

Web 3.0

Semantic web

Sparql

ABSTRACT

With the rapid development of internet technologies and their entry into our lives, significant changes have begun to occur in many areas. These changes have increased the need for innovation in fields such as education, information management and e-commerce in order to meet the needs of users. The semantic web, introduced as an add-on to the Internet, has the potential to meet the knowledge-based demand, with its ability to create relational structures between the information in the rapidly growing repository, which is one of these needs. In this study, it is aimed to shed light on the potential of the semantic network in order to meet the new needs in the fields of education, information management and e-commerce with the developing technology by informing about the place of the semantic network in the development of the internet in the historical process. In the study, different approaches provided by the semantic network with technologies such as ontologies, rdf structures and sparql used in information processing, and thus new designs that can be applied in different disciplines have been determined.

To Cite: Baz FÇ., Meral HC. Web 3.0-Anlamsal Ağ Çalışmalarının Farklı Alanlarda Kullanımı: Bir Uygulama Geliştirme Örneği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 408-421.

Giriş

1970'li yıllardan itibaren bilgisayar alanında kademeli olarak gelişim gösteren teknolojiler, 1990'lı yıllarda Tim Berners-Lee tarafından geliştirilen ve insanların hizmetine sunulan web ile buluşmuştur. Bu gelişme insanların yaşantılarında ekonomik ve sosyal alanlarda büyük ölçüde değişimler ve bilgiye erişimde de kolaylıklar meydana gelmesine sebep olmuştur. İnsanların bilgiye kolay ulaşabilmesi ve etkileşebilmesinin bir sonucu olarak bir veri havuzu ortaya çıkması ile daha fazla bilgiye ulaşma imkânı açısından faydalı olsa da bu gelişme beraberinde doğru bilgiye ulaşmak ve bilgiyi verimli bir biçimde kullanmak için harcanacak zamanın da artmasına neden olarak bilgi yönetiminde ciddi sorunlara yol açmıştır. Tablo 1'de gösterilen Web ortamının zaman çizelgesi içerisinde ilk nesli olan Web 1.0 (1995-2000) yalnızca HTML belgelerinin bulunduğu, kullanıcılara, etkileşime geçebilecekleri içeriklerin sağlanmadığı ve dolaylı olarak kullanıcılarının kendilerine özgü içerik üretebilme olanağının olmadığı daha durağan bir yapıya sahiptir. Web 2.0 (2000-2010) ile kullanıcıların da etkin bir şekilde dahil olduğu, etkileşime açık bir platform kullanıma sunulmuştur. Web 2.0 sayesinde günümüzün Facebook, Twitter, YouTube gibi popülaritesi yüksek ve toplu iletişim aracı olarak büyük bir paya sahip önemli kitlesel iletişim araçları doğmuştur ve bu süreç dünyaya yeni bir hareketlilik kazandırmıştır. Web 2.0'da bulunan bilgilerin büyük bir kısmının metin tabanlı ve yalnızca insanlar tarafından yorumlanabilir bir yapıya sahip olması, bu bilgilerin bilgisayarlar tarafından bilgiler arasında bağ oluşturarak onların anlam kazanmasını ve makineler için anlaşılabilir olmasını engellemektedir. Google, Yahoo gibi anahtar kelime temelli tarama yapan gelişmiş arama motorları dahi artık beklenen sonuçları getirmekte güçlük çekmektedir (Börteçin, 2011). Web 3.0 (2010-2020)'ın bir eklentisi olan anlamsal ağ, internette bulunan içeriklerinin doğal dillerin yanı sıra çeşitli yazılımlar tarafından da anlaşılabilir, yorumlanabilecek ve kullanılabilir bir formatta dönüştürülebileceği, böylece bu yazılımlara verinin bulunmasında, paylaşılmasında, verinin bilgiye dönüştürülmesi ve bilginin birleştirilmesinde kolaylık sağlanmasının amaçlandığı bir internet eklentisidir. Başka bir ifade ile anlamsal ağ, özünde felsefi perspektif, çeşitli tasarım prensiplerinin bulunduğu, iş birliği içerisinde çalışan farklı grupların ve tüm bunları destekleyen teknolojilerden oluşan bir yapıdır (Kazandır, 2011). Bu özelliğiyle anlamsal ağ adreslemeler yaparak etiketlediği bilgileri, salt görünür olmasından bir adım öteye götürerek anlamlı birer bilgiye dönüştürmektedir (Ohler, 2008).

Tablo 1. Tanım ve zaman çizelgesi (Börteçin, 2011)

Tanım	Zaman aralığı
Web 1.0	1995-2000 (Belge temelli)
Web 2.0	2000-2010 (İnteraktif ve insan temelli)
Web 3.0	2010-2020 (Bilgi ve bilgisayar odaklı)

Anlamsal Ağ Destekli Sistem Yapıları

Anlamsal Ağın Amacı

Anlamsal ağ, temelinde barındırdığı özelliklerinin kullanımı açısından insanlığa yeni ufuklar çizmektedir. Örneğin “en son yapılan dünya futbol şampiyonasını hangi takım kazanmıştır” şeklinde yapılacak bir sorguya Web 2.0 ile gelecek cevap; 22.500,00 sonucun 0,72 saniye içerisinde bulunduğudur. Sonuçlar arasında aranan cevapla ilgili veriler bulunacaktır. Fakat aynı sorgu anlamsal ağ ile yapıldığında doğrudan Fransa cevabı getirilecektir. Anlamsal ağ aynı zamanda günümüzde de gelişmekte olan nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT) teknolojisiyle birlikte tost makinesinden, buzdolabına kadar her ev aletini akıllı hale getirecek, hatta ihtiyaç halinde birbiriyle uyumlu bir şekilde çalışabilmelerini sağlayacaktır. Eşyaların interneti kavramı; akıllı makinelerin diğer makineler, nesneler ve altyapılar ile etkileşime geçmesi sonucu elde ettiği verileri insanların hayatını daha kolaylaştırmak için işlemesi olarak tanımlanmaktadır (Karimi ve Atkinson, 2013). Böylece sütün bittiğini fark eden buzdolabı süpermarketten süt siparişi verebilecektir (Börteçin, 2011). Anlamsal ağ eğitim alanında da öğrencilere fayda sağlamaktadır. Örneğin, küresel ısınma konusunda araştırma yapacak bir öğrenci yüksek olasılıkla araştırmasına Wikipedia’dan başlayacak fakat kaçınılmaz olarak Google, Yahoo gibi popüler arama motorlarını da kullanmak zorunda kalacaktır. Arama motorları anahtar kelimeleri içeren ve tıklanma sayısı yüksek olan sayfaları sonuç olarak getirecek, dolaylı olarak öğrencinin bu sonuçlar arasından ihtiyacı olan bilgiyi bulması gerekecektir. Aynı sorgu anlamsal ağ ile yapıldığında ise küresel ısınma ile ilgili çok tıklanan sayfaları sonuç olarak almak yerine, farklı kaynaklardan elde edilen raporları, bilimsel makalelerin bulunduğu kaynakları, ders kitaplarındaki bölümleri, bloglarda bulunan yazışmaları, YouTube’da yapılmış konuşmaları Web 2.0’deki gibi liste halinde değil de içerisinde farklı türden verilerin bulunduğu bir rapor halinde öğrenciye getirecek ve böylece öğrencinin zamanı etkili ve verimli bir şekilde kullanmasına olanak sağlayarak eğitimin gelişimine katkı sağlayacaktır (Ohler, 2008). Verilen örneklerde görüldüğü üzere anlamsal ağ internet üzerindeki veriyi tıpkı insanlar gibi yorumlayabilmeyi ve bu şekilde insanlığa zamanı etkili ve verimli bir biçimde kullanabilme olanağı tanımayı hedefleyen bir web teknolojisidir.

Tablo 2. Anlamsal ağ ve World Wide Web’in karşılaştırılması (Blace ve ark., 2009)

Özellik	WWW (World Wide Web)	SW (Semantic Web)
Temel bileşen	1995-2000 (Belge temelli)	Resmi ifadeler
Hedef kitle	2000-2010 (İnteraktif ve insan temelli)	Uygulamalar
Bağlantılar	2010-2020 (Bilgi ve bilgisayar odaklı)	Konum ve anlamın belirtilmesi
Öncelikli kelime hazinesi	Biçimlendirme talimatları	Anlam ve mantık
Mantık	Resmi ve standart olmayan	Açıklama mantığı

Tablo 2’de World Wide Web ve anlamsal ağın özellikleri kıyaslanmaktadır. Tablo 2’de görüldüğü üzere anlamsal ağ World Wide Web’in yerini almaktansa, onun kullanım alanını akademik araştırmaların gösterilmesinde ve bu çalışmalardaki mantıksal yaklaşımların, her yerde kullanılabilir bilgiler

şeklinde paylaşımını hedefleyen anlamsal yapıları kullanabilecek şekilde genişletmektedir (Blace ve ark., 2009).

Anlamsal Ağın Uygulama Alanları

Anlamsal ağın, verileri insanlar gibi yorumlayabilecek yetkinlikte olması onu bilgi yönetimi, eğitim, e-ticaret gibi farklı alanlarda da etkili bir şekilde uygulanabilir bir teknoloji haline getirmektedir.

Anlamsal Ağ Destekli Bilgi Yönetimi

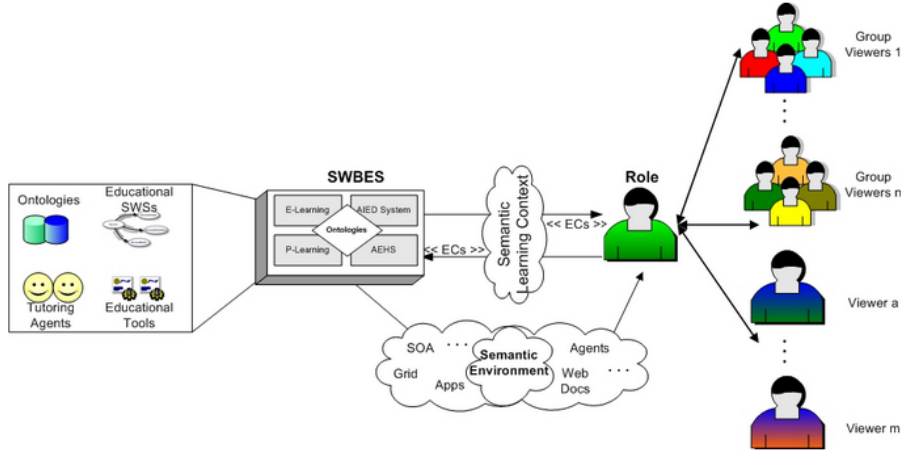
Etkili bilgi yönetimi, bugünün ve gelecekteki işletmelerin rekabet güçlerini koruyabilmeleri için kilit bir rol oynamaktadır. Geleneksel bilgi yönetimi internet tarafından tetiklenen aşırı bilgi yüklenmesi, verimsiz anahtar kelime aramaları, heterojen bilgi entegrasyonu ve coğrafi olarak yayılmış intranet problemleri gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Tüm bu sorunların üstesinden gelmek için, anlamsal ağ teknolojisini kullanarak oluşturulan “Ontoknowledge” (OTK) projesi önemli bir rol üstlenmektedir. OTK, anlamsal ağ teknolojisinin sağladığı araçları kullanarak zayıf yapılandırılmış bilgi kaynaklarını edinmeye, sürdürmeye ve erişmeye odaklanarak etkili ve verimli bir bilgi yönetimini desteklemektedir. Bu anlamda şu aşamalardan söz edilmektedir (Fensel ve ark., 2021):

- *Edinme:* Metinsel bilgilerden anlamsal bilgi çıkarabilmek için metin madenciliği ve çıkarma teknikleri uygulanır.
- *Sürdürme:* Yarı inşa edilmiş bilgi kaynaklarının sözdizimi kurallarının ve anlam bilimini RDF, XML ve OIL kullanılarak açıklanır.
- *Erişim:* Kullanıcıların bilgiye erişiminde ontoloji tabanlı gezinme, sorgulama ve bilginin görselleştirilmesi gibi araçlar kullanılarak kolaylık sağlanır.

Anlamsal Ağ Destekli Eğitim

Bilginin arttığı ve farklı kanallar aracılığıyla iletişim sağlamanın öneminin vurgulandığı bilgi çağı, insanların etkili bir şekilde öğrenme ortamlarına sahip olmasına bağlıdır. Ancak günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle birlikte eksik, yanlış, yanıltıcı, ilişkisel olmasa da bilgi arzında önemli bir artış yaşanmaktadır. Bu da insanların bilgi arzının doldurduğu veri havuzunda aradıkları veriyi doğru, eksiksiz, anlamlı ve tutarlı bir şekilde elde edebilmesi için belirli bir filtreden geçirmeleri gereksinimini doğurmaktadır (Eşitti, 2015). Anlamsal ağın veriler arasında mantıksal bağ kurabilmeye olanak sağlaması bilgi kirliliğini önleyerek doğru bilgiye ulaşmadaki süreyi düşürecek ve verimliliğin artmasında rol oynayabilecektir. Bu anlamda güncel bir konu olan Eğitsel Anlamsal Web (Educational Semantic Web) üç ana yeterlilik üzerine temellenmiştir. Bunların ilki verimli bilgi depolama ve geri kullanabilme kapasitesidir. İkinci yeterliliği ise insanların öğrenme, bilgi edinme ve işleme kapasitelerinin artışına destek olacak insansız otonom asistanların olmasıdır. Son olarak internetin insanlara zaman ve mekân sınırları içerisinde çoklu formatta iletişim kapsamı ve kapasitesi

sağlanmasında destek olmasıdır (Anderson, 2004). Eğitsel anlamsal ağ bir taraftan eğitim içeriğiyle ilgili bilgiyi sağlayan otonom makine veya sistem oluşturmakta, diğer tarafından ise özel bir role sahip bir insanın etkileşim sağlayabildiği bir ortam sunmaktadır.



Şekil 1. Anlamsal ağ tabanlı eğitim sistemi modeli (Bittencourt, 2008)

Şekil 1’de anlamsal ağ tabanlı eğitim sisteminin referans modelini tanımlamaktadır. Bu model içerisinde etkileşime geçen bileşenlerin tanımları ise aşağıdaki gibidir.

Rol: Anlamsal Ağ Tabanlı Eğitim Sistemiyle ilişkili, öğretme, öğrenme, iş birliği, yazarlık gibi çok sayıda aktivite bulunmaktadır. Bunlardan bazıları:

- Öğretmen Rolü: Öğrencilerin, problem çözme, ödev gibi etkileşimlerinin takip edilmesinden sorumludur.
- Öğrenci Rolü: Ana odakları sistem ile kişiselleştirilmiş ve uygun eğitim içerikleriyle etkileşime geçerek, bilgi ve öğrenme hedeflerini tamamlamalarıdır. Bu yüzden öğrenci rolü anlamsal ağ Tabanlı Eğitim Sistemi’nde önemli bir rol oynamaktadır.
- Yazar Rolü: Yazarlar eğitim içeriklerinin yapısını oluşturmakla ve aynı zamanda, eğitim içeriği, eğitim süreci, adaptasyon ve kişiselleştirme aktivitelerinden sorumludurlar.
- Topluluk Rolü: Birlikte öğrenme, diğer öğrencilerle kişisel hedeflere ulaşmak için, bilişsel paylaşım yapmak, üst veri paylaşımı yapmak, motivasyonel ve duygusal etkileşim sağlamakla sorumludur.
- Geliştirici Rolü: Anlamsal ağ Tabanlı Eğitim Sistemi’ne yeni fonksiyonlar geliştirmekle sorumludurlar.

Anlamsal Öğrenme Şartı: Anlamsal ağ Tabanlı Eğitim Sistemi ile kullanıcılar arasındaki etkileşimi sağlayacak aracın alanını belirler.

Eğitim İçeriği: Eğitim içeriği, örnekler, problemler, karşı örnekler, aktivite birimleri gibi özel bir eğitim sisteminin objelerinin sunumudur.

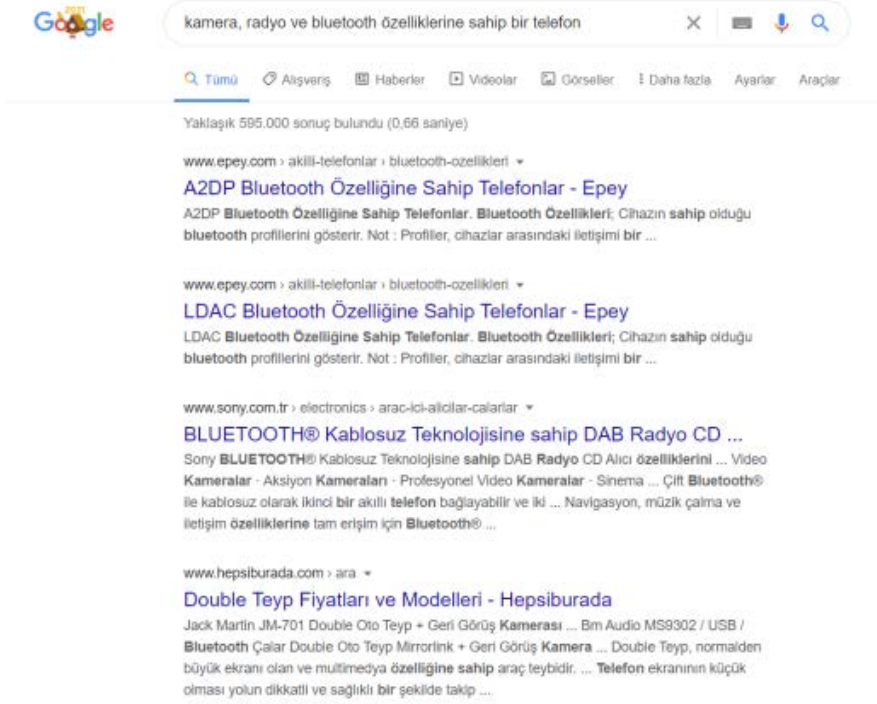
Anlamsal Ağ Tabanlı Eğitim Sistemi: Sayısız kullanıcının hedeflerine ulaşabilmesi için etkili bir biçimde yol göstermeyi destekleyen sistemdir. Anlamsal Ağ Tabanlı Eğitim Sistemi'nin servis kalitesini artırmak için ontolojiler, özel ders asistanları, araçlar ve servisler gibi çeşitli anlamsal ağ teknolojilerinden faydalanılmaktadır.

- Ontolojiler (Ontologies): Farklı formatlardaki verilerin etkileşime geçebilmesine olanak sağlarlar. Ek olarak topluluğun, eğitimde yapay zekâ (Artificial Intelligence in Education – AIED) sistemlerinin, koruyucu eğitim sistemlerinin, E-Öğrenme sistemlerinin, uygulamalı hipermedya sistemlerinin birlikte çalıştıklarından emin olmalarını sağlar.
- Özel Ders Asistanı (Tutoring Agents): Asistanlar, profiller arasındaki benzerlikleri değerlendirerek uygun eğitim içeriklerini öğrenme aşamasında kullanmada yardımcı olurlar.
- Araçlar (Tools): Simülasyon, akıllı ve yazarlık gibi araçlar internet tabanlı eğitim sistemi için kullanılabilir.
- Servisler (Services): Anlamsal ağ servisleri farklı sayılardaki eğitim aktivitelerinin statik bilgi koleksiyonlarını, makinelerin okuyabileceği ve yorumlayabileceği temel bir dağıtım haline getirirler.

Anlamsal Ortam (Semantic Environment): Kullanıcılar ile Anlamsal Ağ Tabanlı Eğitim Sistemi'nin, keşfetme, araştırma, seçme ve kaynak çağırmak gibi etkileşimlerin gösterildiği yerdir (Bittencourt, 2008).

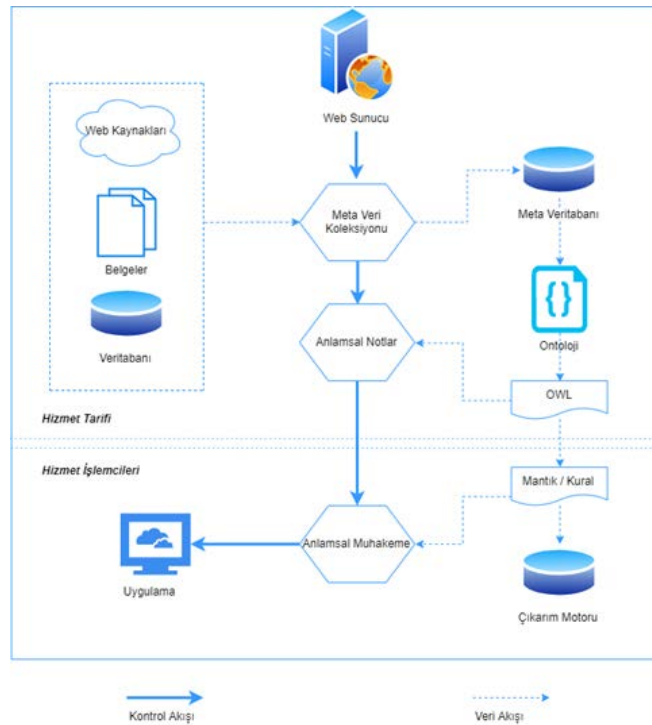
Anlamsal Ağ Destekli E-Ticaret

Elektronik ticaret, çeşitli hizmet veya ürünlerin internet üzerinden alınabilmesi veya satılabilmesine dayanmaktadır. İnternet ve internet üzerinde bulunan ürünlerin hızlı bir şekilde değişim göstermesiyle e-ticaret günümüzde önemli bir rol oynama eğilimindedir. İşletmeden işletmeye (Business to Business-B2B) ve işletmeden kullanıcıya (Business to Customer-B2C) olacak şekilde iki büyük e-ticaret modeli bulunmaktadır (VijayaLakshmi ve ark., 2011). Günümüz e-ticaret internet uygulamaları, kullanıcılara uygun verileri getirmek üzere tasarlanmıştır. Ancak bu uygulamalar, kullanıcılara ilişkili veri getirme konusunda başarısız olmaktadır. Örneğin: Şekil 2'de gösterildiği üzere geleneksel arama motorlarında kamera, radyo ve bluetooth özelliklerine sahip bir telefon şeklinde arama yapıldığında; yeni çıkmış telefon modellerinin yanında eski telefon modellerini ve hatta telefonla hiç ilgisi olmayan fakat radyo ve/veya bluetooth özelliklerine sahip oto teyp gibi farklı ürünler de listelenmektedir.



Şekil 2. Anahtar kelime tabanlı arama motoru sonucu

Bu durum kullanıcılara sıkıcı gelmekte ve zaman kaybına neden olmaktadır.



Şekil 3. Anlamsal ağ destekli e-ticaret mimarisi (Yang, 2006).

Şekil 3'te Web sunucusu ve/veya web kaynakları, belgeler ve veritabanı tarafından oluşturulan meta veri koleksiyonunun aşağıda açıklamaları yapılan adımlardan geçerek uygulama ekranında görüntülenmek üzere gerçekleşen veri ve kontrol akışının konsept tasarımı gösterilmiştir.

Meta Veri tabanı: Meta veri bilginin tanımının, açıklamasının ve konumunun belirlenerek, bilginin daha kolay kullanılabilirliği, geri kazanılabilirliği ve yönetilebilirliği bir yapıdır. Meta veri tabanı bize, meta veri niteliklerinin doğasını tanımlamamıza ve bu niteliklerin meta veri dilinin kendisi ile ilişkilerini açıkça görmemize olanak sağlar.

Ontoloji Yapısı: Ontoloji dilleri, kullanıcılara etki alanı modellerinin belirgin bir şekilde kavramsallaştırılabilme olanağı sağlar.

Ontoloji dilleri bunları yapabilmek için:

- İyi tanımlanmış bir sözdizimi
- İyi tanımlanmış bir anlambilim
- Etkili bir muhakeme desteği
- Yeterli ifade gücü
- İfade kolaylığı gibi bazı gereksinimlere ihtiyaç duyarlar.

Anlamsal Notlar: Genel olarak insan temelli elde edilmiş meta verilerin toplanma ve organizasyon sürecidir.

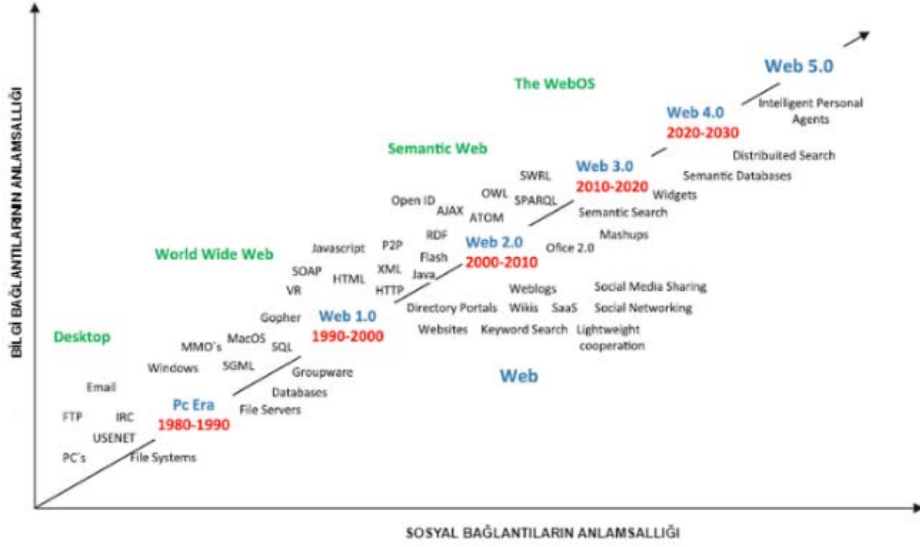
Mantık / Kural: Muhakeme yapmak ile ilgili gerekli kuralların yazılabilmesine olanak sağlar.

Çıkarım Motoru: Çıkarım motoru, anlamsal ağ içerisinde erişilebilir bilginin işlenmesinde kullanılır. Mevcut belirtilmiş bilgiden yeni bilgiler çıkarır.

Anlamsal Muhakeme: Mantık temelli muhakeme ya da özel algoritmalarla, geleneksel e-ticaret yapısına akıllı diyebileceğimiz, öneri desteği sağlanmış bir çerçeve getirir (Yang, 2006).

Anlamsal Ağın Teknolojik Bileşenleri

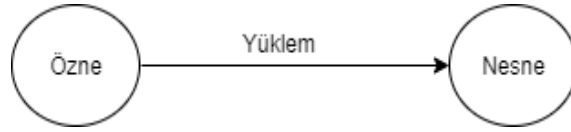
Anlamsal ağ, günümüzde kullanılan internetin karşılaştığı problemleri çözmeyi vaat eden, internetin bir eklentisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Anlamsal ağın altyapısını oluşturabilmek için, W3C (World Wide Web Consortium)'nin belirlediği standart teknolojiler bulunmaktadır (W3C, 2021a).



Şekil 4. İnternetin evrimi (Spivack, 2021)

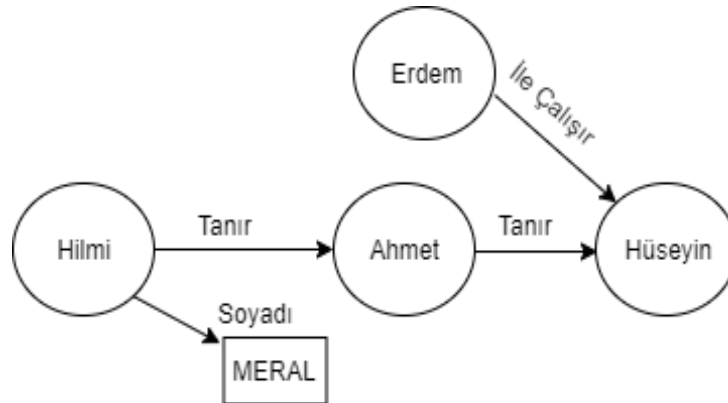
Kaynak Tanımlama Çerçevesi-KTÇ

Kaynak Tanımlama Çerçevesi, temel şemaları farklı olsa bile verileri birleştirebilme, şemaların evirilebilmesine bilgilerin tümünden değiştirilmesine gerek olmadan olanak sağlayan internet üzerinde veri değişimi yapılabilmesi için üçlemelerden oluşan standart bir modeldir (W3C, 2021b).



Şekil 5. Kaynak tanımlama çerçevesi üçlemesinin gösterimi (Ünalır, Öztürk ve Özacar, 2016)

- Hilmi Ahmeti tanır.
- Hilminin soyadı MERAL.
- Ahmet Hüseyini tanır.
- Erdem Hüseyin ile çalışır.



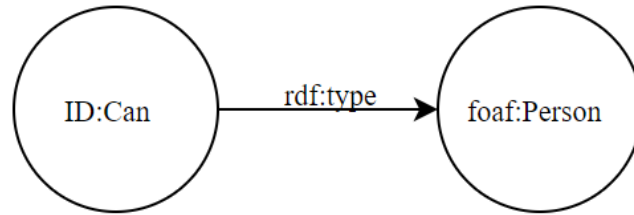
Şekil 6. Listede kurulu cümlelerin grafik gösterimi (Blace ve ark., 2009)

Düğümler: Kaynaklar ve Değişmezler

Kaynak tanımlama çerçevesi grafiğinde cümlelerin öznelerini ve nesnelere gösteren iki çeşit düğüm vardır. Bu düğümler; kaynaklar ve değişmezlerdir. Değişmezler, sayısal veya sözel veriler gibi somut değerlerin sunumudur. Cümlelerin özneleri olamazlar, sadece nesnelere olabilirler. Kaynaklar ise, değişmezlerin aksine, özne ve nesne de olabilmekle birlikte diğer her şeyin sunumu konumundadırlar. Kaynak tanımlama çerçevesi gösteriminde kaynaklar, isimlendirilebilir herhangi bir şey ile sunulabilirler. Bu kaynaklar aslında bir nesnenin, davranışın veya konseptin isimlendirilmeleridir. Kaynak isimleri uluslararası hale getirilmiş Kaynak Tanımlamaları (Internationalized Resource Identifiers – IRIs) şeklinde biçimlenirler. Uluslararası hale getirilmiş Kaynak Tanımlamaları tek bir evrensel isim alanına sahip olmalarından ötürü veri paylaşımı altyapısının temelini sağlamaktadır (Blace ve ark., 2009).

Kenarlar: Dayanaklar

Özellikler (Properties) olarak da bilinen dayanaklar, kaynaklar arasındaki bağlantıların gösterimidir. Örneğin, özel bir dayanak türü olan `rdf:type`, kaynakları bir arada gruplandırmak için kullanılır (Blace ve ark., 2009).



Şekil 7. Öznenin foaf: Kişi şeklinde belirlenmesi (Blace ve ark., 2009)

Kaynak Tanımlama Çerçevesi Paylaşımı

Kaynak tanımlama çerçeveleri bilginin gösterimi açısından güçlü olmalarına rağmen soyut olmalarından ötürü, insan analizi için iyi fakat uygulamalar arası bilgi değişimi için uygun olmayan bir yapı oluşturmaktadırlar. Kaynak tanımlama çerçevesi paylaşımı, soyut modelleri somut formatlara çevirerek kaynak tanımlama çerçevesinde bilgi yapısını pratik bir hale getirmektedir. Bunu yapabilmek için eşdeğer nitelikte pek çok format bulunmaktadır. Bunlardan en çok bilinen üç tanesi: Kaynak Tanımlama Çerçevesi / Genişletilebilir İşaretleme Dili-KTÇ/GİD (Resource Description Framework / ExtensibleMarkup Language – RDF / XML), Öz Üçlü Kaynak Tanımlama Dili kısaca Kaplumbağa (Terse RDF Triple LanguageshortlyTurtle), N-Üçlemesi (N – Triples) formatlarıdır (Blace ve ark., 2009).

SPARQL

SPARQL, kaynak tanımlama çerçevesinin internet üzerinde grafik verilerinin sunumunu yapabilmesi için, yazım ve anlam kurallarının tanımlandığı sorgulama dilidir. SPARQL, yerel depolama alanında veya ara yazılım vasıtasıyla görüntülenen kaynak tanımlama çerçevesi formatındaki çeşitli kaynakları sorgulamak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda SPARQL, gerekli ve isteğe bağlı olan grafik şablonları arasındaki kesişimler veya ayrımları da sorgulama kapasitesine sahiptir (W3C, 2021c).

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:admin="http://webns.net/mvcb/">
<foaf:PersonalProfileDocument rdf:about="">
  <foaf:maker rdf:resource="#me"/>
  <foaf:primaryTopic rdf:resource="#me"/>
  <admin:generatorAgent rdf:resource="http://www.ldodds.com/foaf/foaf-a-matic"/>
<admin:errorReportsTo rdf:resource="mailto:leigh@ldodds.com"/>
</foaf:PersonalProfileDocument>
<foaf:Person rdf:ID="Maide"><foaf:name>Maide SEYMA</foaf:name>
<foaf:givenname>Maide</foaf:givenname><foaf:family_name>SEYMA</foaf:family_name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Hilmi</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Nurcan</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Mehmet</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Erdem</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Ahmet</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Huseyin</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows></foaf:Person>
<foaf:Person rdf:ID="Hilmi"><foaf:name>Hilmi MERAL</foaf:name>
<foaf:givenname>Hilmi</foaf:givenname><foaf:family_name>MERAL</foaf:family_name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Muhammet</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Can</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows>
<foaf:knows><foaf:Person><foaf:name>Meral</foaf:name>
<foaf:mbox_shalsum>7987cbd3e7ab8586bf2f81ebd80b520b256be1d4</foaf:mbox_shalsum>
</foaf:Person></foaf:knows></foaf:Person></rdf:RDF>
```

Şekil 8. FOAF ontolojisiyle oluşturulmuş KTÇ (Dodds, 2021)

Şekil 8'de FOAF ontolojisiyle oluşturulmuş KTÇ örneği verilmiştir.

```
PREFIX id: <http://localhost/dashboard/foafontology.rdf#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

SELECT ?person ?name WHERE
{
  id:Hilmi foaf:name ?person.
  id:Hilmi foaf:knows ?friend.
  ?friend foaf:name ?name.
} ORDER BY DESC(?friend)
```

person	name
"Hilmi MERAL"	"Muhammet"
"Hilmi MERAL"	"Can"
"Hilmi MERAL"	"Meral"

Şekil 9. SPARQL sorgu örneği (Feigenbaum, 2021)

Şekil 9’da SPARQL sorgusu Şekil 8’de gösterilen FOAF ontolojisiyle oluşturulmuş kaynak tanımlama çerçevesinin “ID” alanında belirtilen değeri sorgu içerisine “id” önekiyle tanımlanmış değişkene girerek, istenilen kimsenin tanıdığı kişilerin isimleri listelenmektedir. Aynı sorgunun “id: Maide” şeklinde yapılması durumunda Maide’nin tanıdığı kişiler yani Şekil 10’daki sonuç elde edilmektedir.

```
PREFIX id: <http://localhost/dashboard/foafontology.rdf#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

SELECT ?person ?name WHERE
{
id:Maide foaf:name ?person.
id:Maide foaf:knows ?friend.
?friend foaf:name ?name.
} ORDER BY DESC(?friend)
```

person	name
"Maide SEYMA"	"Huseyin"
"Maide SEYMA"	"Nurcan"
"Maide SEYMA"	"Ahmet"
"Maide SEYMA"	"Erdem"
"Maide SEYMA"	"Hilmi"
"Maide SEYMA"	"Mehmet"

Şekil 10. SPARQL sorgu örneği (Feigenbaum, 2021)

Şekil 8’de anlamsal ağda kullanılmak üzere bilgilerin ilişkisel temelini oluşturan ontolojilere bir örnek olarak FOAF ontolojisiyle oluşturulmuş veri yapısının gösterilen veri setinde yapılan sorgulamalar için SPARQL dilinden faydalanılmıştır. SPARQL zorunlu veya isteğe bağlı grafik desenlerini kesişim noktalarını veya ayrımlarını sorgulayabilme kabiliyetiyle farklı kaynaklardan gelen ve ister yerel depolama alanında bulunan isterse ara bir yazılım ile görüntülenen KTÇ’leri sorgulayabilme kapasitesine sahiptir. Bu özelliğiyle anlamsal ağ alanında kullanımı karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç

İnsanların ihtiyaçlarıyla doğru orantılı olarak gelişen teknolojinin günümüzde geldiği noktada hayatımızda önemli bir yer edindiği gözlemlenmektedir. İnternetin başlangıçta insanları kolay bir şekilde bilgiye ulaşmasını sağlama amacı artık bilgiyle etkileşime geçebileceği fiziksel anlamda harcayacağı enerjii en aza indirerek yaşamını kolaylaştıracağı optimal bir noktaya gelmiştir. Tüm bu kolaylıkların neticesinde büyük bir veri havuzu oluşmaktadır ve bu da verilerin faydalı olabilmesi için işlenmesi gereksinimini doğurmaktadır. Bu gereksinim gerek iş gerekse gündelik yaşantımızda sıkça

karşımıza çıkan bilgi yönetimi, eğitim, e-ticaret gibi sistemlerde büyüyen bilgi havuzunu yöneterek artan taleplere ve kendi iç dinamiklerinde oluşan rekabete ayak uydurabilmek adına bu sistemleri veri üzerinde daha etkili işlem yapabilmesi için sürekli bir iyileştirme, geliştirme ve yenilik arayışına götürmektedir. Anlamsal ağ bu konuda bize veriler üzerinde ilişki yapılar oluşturarak verilerin işlenebilme farklı bir perspektif sunmaktadır. Temelinde yatan ontoloji vasıtasıyla sorulan “doğal lisan” sorularına cevap üreten ontoloji temelli soru cevaplama sistemi olan “AquaLog” ve kullanıcılara internette dolaşırken buldukları web sitelerinde ilgi duydukları konseptle ilişkin alanların vurgulandığı internet tarayıcı “Magpie” anlamsal ağ alanında yapılmış çalışmalardan ikisidir (d’ Aquin ve ark., 2007). Günümüzde kullandığımız internetin bir eklentisi olarak gelişen anlamsal ağ sadece web teknolojileri üzerine değil bu teknolojilerle dolaylı yoldan da olsa etkileşimde olan farklı disiplinlerde kullanılmak üzere önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada anlamsal ağın, mevcut internetin bir eklentisi olarak verilerin birbirleriyle bağlanabilmesini ve böylelikle makinelerin de tıpkı insanlar gibi bağlı verileri yorumlayarak anlamsal yapılar oluşturabilmesine olanak sağlanacağı ortaya konulmuştur. Böylece hem kullanıcılara hem de işletmelere verimlilik, maliyet, zaman ve kaynak gibi alanlarda kazanım imkânı sağlanabilecektir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacı Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Anderson T., Whitelock. The educational semantic web: visioning and practicing the future of education. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004: 3-4.
- Bittencourt II., Isotani S., Costa EB., Mizoguchi R., Veloso RA. Research directions on semantic web and education. *Interdiscip. Stud. Comput. Sci*, 2008; 19(1): 60-67.
- Blace R., Fisher M., Hebel J., Perez-Lopez A. *Semantic web programming*. Wiley Publishing, Inc. 2009: 7-81.
- Börteçin E. Yeni bilgi modelleme ve programlama felsefesiyle. *Bilim ve Teknik*; 2011.
- d’ Aquin M., Baldassarre C., Gridinoc L., Sabou M., Angeletou S., Motta E. *Watson: supporting next generation semantic web applications*. Villareal: The Open University; 2007.
- Dodds L. (t.y.). FOAF-a-Matic. Erişim adresi: <http://ldodds.com/foaf/foaf-a-matic.html>; 2021.
- Eşitti Ş. Bilgi çağında problemler internet kullanımı ve enformasyon obezitesi: problemler internet kullanımı ölçeğinin üniversite öğrencilerine uygulanması. *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 2015: 76.
- Feigenbaum L. Sparql by example. Erişim adresi: <https://www.w3.org/2009/Talks/0615-qbe/> 23 July

- Fensel D., Bussler C., Ding Y., Kartseva V., Klein M., Korotkiy M., et al. (t.y.). Semantic web application areas. 2021; Erişim adresi: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.6359&rep=rep1&type=pdf>
- Karimi K., Atkinson G. What the internet of things (IoT) needs to become a reality. White Paper, FreeScale and ARM, 2013; 1-16.
- Kazandır ZB. Anlamsal web tabanlı kütüphane bilgi sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2011.
- Ohler J. The semantic web in education, Educause Quarterly, 2008; 4: 7 – 9.
- Spivack N. The intelligence is in the connections. 15 Mayıs 2021 tarihinde Erişim adresi: <https://image.slidesharecdn.com/webevolution-novaspivack-twine-091221215150-phpapp01/95/web-evolution-nova-spivack-twine-2-728.jpg?cb=1280798719>.
- Ünalır M., Öztürk Ö., Özacar T. Anlamsal web için bilgi sistemi altyapısı. Computer Science; 2016.
- Vijaya Lakshmi B., GauthamiLatha A., Srinivas Y., Rajesh K. Perspectives of semantic web in e-commerce. International Journal of Computer Applications 2011; 25(10): 52.
- Yang K. A conceptual framework for semantic. Quebec: Laval University Faculty of Science and Engineering 2006.
- W3C. Recommended reading. 23 Temmuz 2021a tarihinde Erişim adresi: <https://www.w3.org/RDF/>
- W3C. Semantic web. 23 Temmuz 2021b tarihinde Erişim adresi: https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main_Page
- W3C. Sparql. 20 Temmuz 2021c tarihinde Erişim adresi: <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/SPARQL>

PVA/Kitosan Biyomalzemelerin İlaç Salım Mekanizmasında Çapraz Bağlayıcı Etkisinin İncelenmesi

Seda Ceylan^{1*}

¹Adana Alparslan Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 01250, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-1088-7886>

*Sorumlu yazar: sceylan@atu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 19.07.2021

Kabul tarihi: 01.11.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

PVA

Kitosan

Genipin

Gluteraldehit

Rodamin B

ÖZET

Bu çalışmada, polivinil alkol (PVA) ve kitosan temelli; kimyasal olarak çapraz bağlanmış hidrojeller üretilmiştir. Kitosan, biyolojik olarak uyumlu, toksik olmayan ve doğal bir polimerdir. PVA, suda çözünebilen, toksik olmayan ve biyolojik olarak bozunur bir sentetik polimerdir. Hidrojellerin mekanik özelliklerini ve biyoyumluluk özelliklerini geliştirmek için; kitosan ve PVA polimerleri birlikte kullanılmıştır. Çapraz bağlayıcı ve çapraz bağlayıcı miktarının değişikliği sentez parametreleri olarak çalışılmıştır. Kimyasal çapraz bağlayıcıların (genipin ve gluteraldehit) hidrojelin karakterizasyonu üzerine etkisi analiz edilmiştir. Kimyasal yapı ve gözenek morfolojisi, Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) ve Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile gösterilmiştir. Hidrojellerin şişme oranı belirlenmiş görsel olarak sunulmuştur. Bu çalışmalara ek olarak, rodamin B model ilaç kullanılarak, hidrojellerin salım mekanizması araştırılmıştır.

Investigation of the Crosslinker Effect on the Drug Release Mechanism of PVA/Chitosan Biomaterials

Research Article

Article History:

Received: 19.07.2021

Accepted: 01.11.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

PVA

Chitosan

Genipin

Gluteraldehyde

Rhodamine B

ABSTRACT

The present study aims to produce different crosslinked hydrogels based on poly vinyl alcohol (PVA) and chitosan. Chitosan is a biocompatible, non-toxic and natural polymer and attracted considerable interest in a wide range of biomedical and pharmaceutical applications. PVA is a water soluble, non-toxic, flexible and biodegradable synthetic polymer. In order to improve mechanical properties and biocompatibility of scaffolds; chitosan and PVA polymers were used. PVA to chitosan weight ratio and concentration of the crosslinking agent were studied as synthesis parameters. Effect of chemical crosslinkers (genipin and sulfuric acid) on the hydrogel properties were analysed. Chemical structure and pore morphology were demonstrated by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and Scanning electron microscopy (SEM). Swelling ratio and degradation profile of the scaffolds were also determined. In addition to this, drug (Rhodamine B) release models from hydrogels were investigated.

To Cite: Ceylan S. PVA/Kitosan Biyomalzemelerin İlaç Salım Mekanizmasında Çapraz Bağlayıcı Etkisinin İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 422-430.

Giriş

Biyomalzemeler, dokuların işlevlerini yerine getirmek veya iyileştirmek amacıyla canlı vücudunda kullanılan doğal ya da sentetik malzemelerdir (Yapar, 2009). Etken Madde Salım sistemlerinde de kullanılan biyomalzemeler, diyabet, kanser, göz tansiyonu gibi sürekli ilaç kullanımını gerektiren hastalıklar için umut verici olmaktadır (Akman, 2007). Bu temel soruna odaklanan kontrollü ilaç salımı uygulamalarında amaç; ilacın vücut içerisindeki hedefini, yayılımını, zamanlamasını veya dozunu kontrol etmektir. İlaçların vücutta etkili olduğu miktar aralığı değişmektedir. Etkili miktardan fazla veya az kullanım yan etkilere sebep olabilir. Bu nedenle klasik yaklaşımın aksine, kontrollü ilaç salımı sayesinde vücuttaki ilaç miktarı bu etkin alanda daha hassas bir biçimde tutularak tedavi olasılığı artırılırken, ilaç tasarrufu da sağlanabilmektedir (Kurtoğlu ve Karataş, 2009). Ayrıca kontrollü ilaç salım sistemleri sayesinde ilacın vücutta belirli bir bölgede etki göstermesi hedeflenmektedir. Bu yüzden, doku mühendisliği yaklaşımı ile üretilmiş kontrollü ilaç salımı uygulamalarında kullanılan biyomalzemeler ile ilgili çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir (Bodde ve ark., 2008; Akdemir, 2009; Liu ve ark., 2014; Mahor ve ark., 2016).

Bu uygulamalarda kullanılan doğal polimerler, biyolojik olarak üretilen ve benzersiz işlevsel özelliklere sahip olan polimerlerdir. Proteinler (örneğin kollajen, jelatin, elastin, aktin, vb), polisakkaritler (selüloz, nişasta, dekstran, kitin, vb) ve polinükleotidler (DNA ve RNA) başlıca doğal polimerlerdir. Yaşayan organizmaların karmaşık yapılarından dolayı üretim maliyetlerinin yüksek oluşu ve yeterince büyük ölçeklerde üretilmemeleri, bu polimerlerle ilgili karşılaşılan başlıca sorunlardandır. Doğal polimerler, sahip oldukları işlevsel özellikler nedeniyle değişik kullanım alanlarına sahiptirler. Kalınlaştırıcı, jel yapıcı, bağlayıcı, dağıtma ajanı, kayganlaştırıcı, yapıştırıcı ve biyomalzeme olarak kullanılabilirler (Maviş ve Karakeçili, 2007; Akdemir, 2009).

Doğal polimerler, biyomalzeme alanının vazgeçilmez kaynaklarıdır. Biyolojik ortamdaki makro moleküllerin benzeri veya aynısı olduklarından, canlı vücuduyla temas ettiklerinde toksik etki gösterme, enfeksiyona sebep olma, gibi istenmeyen reaksiyonlara sebep olmazlar. Ancak, elde edildikleri kaynağa bağlı olarak bileşimlerinin değişmesi, yüksek sıcaklıklarda bozunmaları ve bu nedenle şekillendirilmelerindeki güçlük ve tüm bunların ötesinde immünojenik olmaları (bağışıklık tepkisine yol açmaları) önemli dezavantajlarıdır. Enzim varlığında yapılarının bozunması, yani biyobozunur olmaları ise geçici uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler açısından avantajdır.

Sentetik polimerler ise özellikle ortopedik cerrahide fiksasyon ve dikiş materyali formlarında güvenle ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Kıkırdak doku mühendisliğinde de hücrelerin yerleştirildiği üç boyutlu iskeleti oluşturmak için çok değişik sentetik polimer seçenekleri üzerinde durulmuştur (Akdemir, 2009; Goy ve ark., 2009; Bedian ve ark., 2017).

Bu makalede ise hedef; doku mühendisliği uygulamalarında kullanılacak Polivinil Alkol PVA (sentetik)/Kitosan (doğal) polimer temelli biyoyoumlu; hücre büyümesini ve dokudaki besin alışverişini desteklemesi için gözenekli; iyileşme boyunca doku iskelesinin vücuttan kolaylıkla uzaklaştırılabilmesi için biyobozunur özelliklere sahip malzeme üretmek ve salım mekanizmasını

incelemektir (Biswas ve ark., 2017). Çapraz bağlayıcı olarak genipin ve gluteraldehit kullanılmıştır. Bu çalışmada aynı anda çapraz bağlayıcı oranının malzeme karakterizasyonu üzerindeki etkisi de incelenmiştir (Kaparekar ve ark., 2020). Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre (FTIR) üretilen hidrojellerin kimyasal gruplarını incelemek için kullanılırken, Taramalı elektron mikroskopu (SEM) malzemelerin yüzey morfolojisini incelemek için kullanılmıştır. Ayrıca şişme profili belirlenmiştir. Ayrıca üretilen biyomalzemelere rodamin B model ilaç eklemesi yapılarak salım kinetiği incelenmiştir. Bu bölümde üretilen biyomalzemenin kontrollü ilaç salım uygulamalarında kullanılmasına yönelik ön çalışmalar bu model ilaç kullanılarak yapılmış ve belirlenen zaman aralığında salınan boya miktarı hesaplanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan kitosan (düşük moleküler ağırlıklı) ve PVA Sigma Aldrich (ABD) firmasından alınmıştır. Çapraz bağlayıcı olarak kullanılan genipin (GP), Gluteraldehit (GA) ve Rodamin B Sigma Aldrich (ABD) firmasından tedarik edilmiştir. Çözücü olarak kullanılan asetik asit ise Merck (Almanya) firmasından alınmıştır.

Hidrojellerin Üretim Prosesi

Kitosan ve PVA polimerinden oluşan doku iskeleleri iki farklı şekilde kodlanmıştır. Genipin kullanılarak çapraz bağlanarak üretilen hidrojeller PVA/KİT-GP olarak kodlanırken gluteraldehit kullanılarak üretilen hidrojeller PVA/KİT-GA olarak kodlanmıştır. Tüm grafik ve karşılaştırmalarda aynı kod sistemi kullanılmıştır.

Kitosan %6 asetik asit içerisinde çözdürülürken, PVA deiyonize su içerisinde 90 °C' de çözdürülmüştür. Eklenen GP ve GA miktarı Tablo 1'de gösterilmektedir.

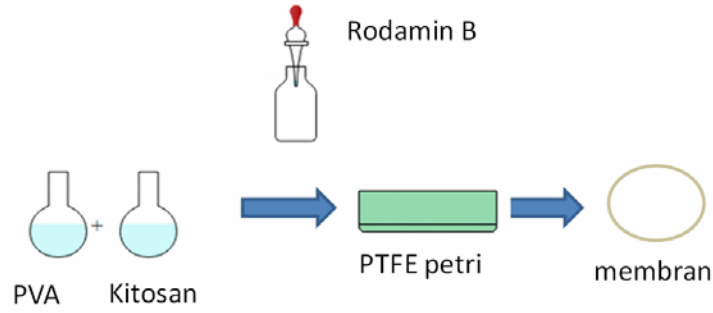
Tablo 1. Üretilen hidrojeller ve kullanılan çapraz bağlayıcı miktarları

Hidrojel Kodu	GA/GP miktarı (µl)
PVA-KİT 10 GA	10
PVA-KİT 20 GA	20
PVA-KİT 10 GP	10
PVA-KİT 20 GP	20

Bu hidrojellerde kitosan oranı %1 w/v olarak sabit tutulurken PVA oranı da %3 (w/v) olarak sabit tutulmuştur. Bu çalışmada GP %0,025 w/v oranında hazırlanırken, GA %3 (v/v) oranında hazırlanmıştır.

Hazırlanan polimer çözeltilerinden 1 ml alınarak karıştırılır ve homojen bir yapı elde edilir. Daha sonra belirlenen çapraz bağlayıcı miktarı eklenir ve petrilere alınır. Son olarak 40 °C de 24 saat bekletilerek filmler elde edilir.

Üretim prosesini gösteren şema Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Membranların üretim prosesi

Hidrojellerin Karakterizasyonu

Üretilen hidrojellerin kimyasal yapısı FT-IR Perkin Elmer-Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometre (FT-IR/FIR/NIR Spectrometer Frontier -ATR, ABD) ile analiz edilmiştir. Analizler 500-4000 cm⁻¹ dalga boyları arasında yapılmıştır.

Hidrojellerin morfolojisini belirlemek için taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM Zeiss/Supra55, Quanta 400F Field Emission, ABD) kullanılmıştır. Elektrik iletkenliğini sağlayabilmek için, hidrojellerin yüzeyi platin/karbon ile kaplanmış ve SEM görüntüleri elde edilmiştir. SEM, 5 kV da çalıştırılmıştır. SEM görüntüleri, Taramalı elektron mikroskobuyla 50000 ve 100000 büyütme oranlarında elde edilmiştir.

Farklı çapraz bağlayıcı ve polimer oranı kullanılarak hazırlanan hidrojellerin şişme oranının eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir. Bu analizde kuru ağırlıklar ölçülmüş ve daha sonra örnekler distile suya konularak belirlenen zaman değerlerinde ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Yüzey üzerindeki fazla suyun alınması için, her tartımdan önce filtre kâğıdı kullanılarak örneklerin fazla suyu alınmıştır.

Eşitlik (1)'de şişme oranının hesaplanması için kullanılan formül belirtilmiştir. Mt: Şişme oranı, Mi: ilk ağırlık ve Mf: son ağırlık olarak tanımlanmıştır (Güneş ve Tıhminlioğlu, 2017).

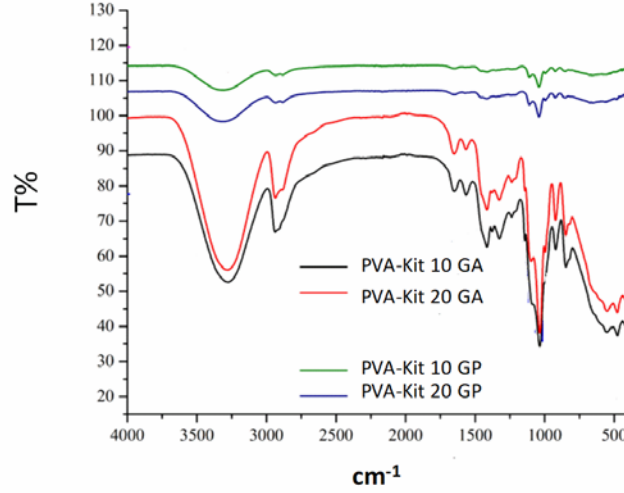
$$Mt(\%) = \frac{[Mf - Mi]}{Mi} \times 100 \quad (1)$$

Çalışmanın ilaç salım bölümünde PVA-KİT hidrojelleri üretildikten sonra rodamin B stok boya solüsyonundan (0,1g/L) 40 µl alınarak hidrollere eklenmiş ve solüsyonu tam çekmesi için 24 saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra tüplere yerleştirilen hidrojellerin üzerine 8 ml su eklenerek ve her saat absorbans değerleri okunmuştur (n=3, Shimadzu UV-VIS, UVmini-1240, Japan). Belirlenen zaman aralıklarında tüplerden 3 ml alınarak küvetlere yerleştirilmiş ve okuma yapılmıştır. Daha sonra okunan 3 ml çözelti yerine yeni 3ml su eklenmiştir ve bu şekilde salım değerlerine ulaşılmıştır. İlaç enkapsülasyon verimliliği hesaplamalarında kullanılan denklem eşitlik 2'de belirtilmiştir.

$$(EE),\% = \frac{(\text{İlk çözeltideki ilacın ağırlığı} - \text{Çözeltide kalan ilacın ağırlığı})}{\text{İlk çözeltideki ilacın ağırlığı}} \quad (2)$$

Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, üretilen PVA/Kit hidrojelilerin analiz sonuçları farklı başlıklar altında incelenmektedir. Değişen çapraz bağlayıcı neticesinde, hazırlanan hidrojelilerin FT-IR sonuçları, SEM analizleri, şişme davranışları ve salım kinetikleri karşılaştırılmalı olarak yorumlanmıştır.

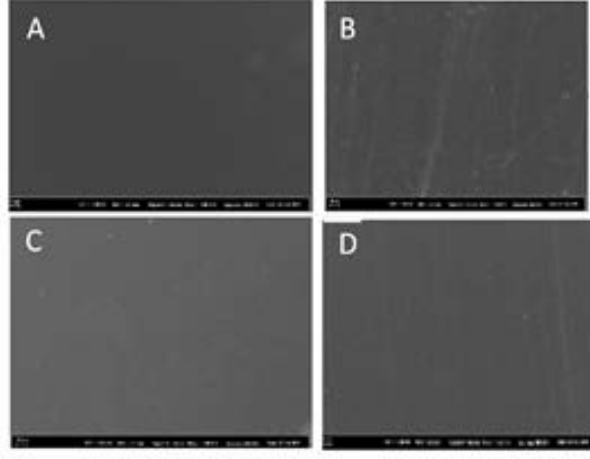


Şekil 2. Filmlerin FTIR spektrumları

Farklı çapraz bağlayıcı kullanılarak elde edilen PVA-Kit yapı iskelelerinin FTIR spektroskopisi ile elde edilen sonuçlar Şekil 2’de gösterilmektedir. 1600-1750 cm^{-1} ’deki pik, karboksilatın küçük kayması yoluyla kitosan ve PVA’nın ortak piklerine karşılık gelir. Hidroksil gruplarının titreşimleri ise 3400 cm^{-1} ’de görüntülenen güçlü ve geniş tepeye karşılık gelmektedir (Ahmed ve ark., 2018). 3300–3400 cm^{-1} ’de N-H varlığı, PVA ve kitosan arasındaki C-N bağının oluştuğunu gösterir.

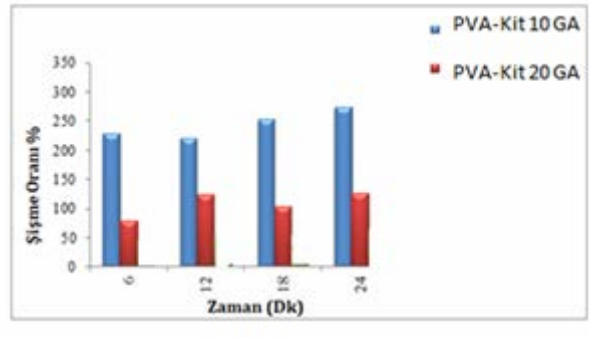
Buna ek olarak, filmlerin GA ile çapraz bağlanması, 1646 cm^{-1} ’de pik zirvesine neden olur (imin bağları N=C) (Nazemi ve ark., 2014). 1562 cm^{-1} ’de etilenik bağ frekansının yoğunluğu, GA konsantrasyonu ile artmıştır. 2936 cm^{-1} ’deki tepe noktası ise C-H germe titreşim frekansına karşılık gelmektedir. Ek olarak, 1100 cm^{-1} ’deki pik, alifatik amino gruplarını gösterir (Demir ve ark., 2016).

900 - 1000 cm^{-1} ’deki pikler, birincil amin gruplarıyla genipinin heterosiklik yapısının oluşumuyla moleküller arası ve çapraz bağlama bağlarının oluşumunu gösteren çapraz bağlı poli vinil alkol ve kitosan yapı iskelelerini gösterir. Bu bağın ortaya çıkması, genipin kullanılarak PVA ve kitosan arasında başarılı bir çapraz bağlantı elde edilebildiğini göstermiştir (Nguyen ve ark., 2016)



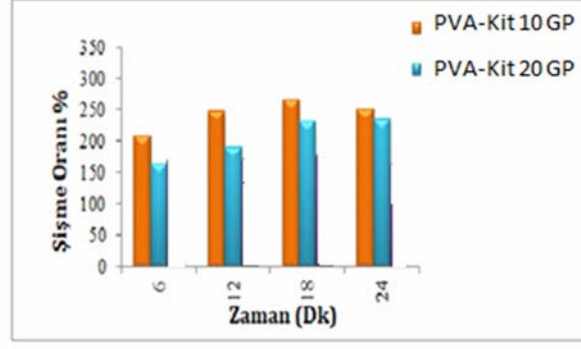
Şekil 3. Filmlerin SEM görüntüleri A) PVA-Kit 10GA, B) PVA-Kit 20GA, C) PVA-Kit 10GP, PVA-Kit 20GP(büyüklik : 5000x)

Tüm filmlerin yüzey yapısını inceleyen SEM görüntüleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Yüzeylerin homojen bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



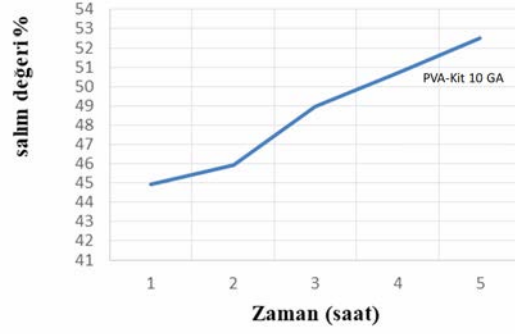
Şekil 4. Gluteraldehit ile çapraz bağlanan filmlerin şişme değerleri

Bu bölümde Şekil 4 ve 5'te gluteraldehit ve genipin ile çapraz bağlanan PVA-Kitosan hidrojelilerin şişme oranları hesaplanmıştır. Doku iskelelerinin şişme oranı analizleri, malzemenin doku sıvısı ile birlikte alacağı hacmi hesaplamak için önem arz etmektedir. Sabit polimer konsantrasyonunda hazırlanan hidrojellerde tek değişken çapraz bağlayıcı miktardır. Şekil 4'de PVA-KİT10GA hidrojelinin şişme oranı 6. dakikada %225 değerlerine ulaşırken, PVA-KİT20GA hidrojelinin şişme değeri %65 değerine ulaşmıştır. Çapraz bağlayıcı malzemenin karakterizasyon özellikleri üzerindedir. Ayrıca Şekil 5'te iki farklı genipin konsantrasyonunda üretilen hidrojellerin şişme değerleri görülmektedir. Çapraz bağlayıcı miktarı arttıkça şişme değerleri azalmaktadır. Bu durum artan kimyasal bağ nedeniyle açıklanabilir.



Şekil 5. Genipin ile çapraz bağlanan filmlerin şişme değerleri

Bu bölümde PVA-KİT10GP ve PVA-KİT10GA hidrojellerine yüklenen rodamin B ilacı ile salım çalışmalarının sonuçlarına yer verilmiştir. İlk olarak hazırlanan stok solusyonu farklı oranlarda seyreltilerek kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir.



Şekil 6. Gluteraldehit ile çapraz bağlanan PVA-KİT 10 GA filmin salım grafiği



Şekil 7. Genipin ile çapraz bağlanan PVA-KİT 10 GP filmin salım grafiği

Şekil 6 ve 7 salınan ilaç miktarının zamana göre oranını göstermektedir. Grafiklerden de anlaşılacağı gibi genipin ve gluteraldehit farkı salım miktarına etki etmiştir. Beşinci saatin sonunda PVA-KİT10GP hidrojel %69,54 oranında ilaç salarken, PVA-KİT10GA hidrojel %52,24 oranında ilaç salımı yapmıştır. Burada hedeflenen, belirlenen zaman aralığında salımı istenen ilacın miktarına göre malzeme seçimi yapılabilir. Daha hızlı salım isteniyorsa PVA-KİT10GP hidrojel kullanılabilir.

Ancak daha yavaş bir salım hedefleniyor ise PVA-KİT10GA hidrojelii kullanılabilir. Burada amaç hedeflenen zamanda, hedeflenen ilaç miktarının salımının yapılmasıdır. Ayrıca diğer parametrelerle (polimer miktarı, sıcaklık vb) ile malzeme karakterizasyonu üzerinde değişiklikler öngürülebilmektedir.

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, iki farklı çapraz bağlayıcı (genipin, gluteraldehit) ile üretilen hidrojellerin karakterizasyonuna yönelik analizler yapılmıştır.

Değişen çapraz bağlayıcının jeller üzerindeki etkisi incelendiğinde genipin ile çapraz bağlanan hidrojellerin şişme oranının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Karakterizasyon çalışmaları, farklı çapraz bağlayıcı ile üretilen PVA/Kitosan hidrojellerin şişme profillerinin ve salım mekanizmasının farklı olduğunu ortaya koymuştur. FTIR ile yapılan analizlerde ise, çapraz bağlanma sonucunda oluşan kimyasal bağlar incelenmiş ve literatür ile karşılaştırılmıştır.

Rodamin B ile yapılan salım çalışmalarında ise; grafiklerin işaret ettiği gibi, genipin ve gluteraldehit ile çapraz bağlanan hidrojellerin salım oranı farklılık göstermiştir. Bundan sonraki çalışmalarda üretilen hidrojellerin biyoyumluluğu araştırılacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu makalede herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamıştır.

Kaynakça

Ahmed R., Tariq M., Ali I., Asghar R., Noorunnisa Khanam P., Augustine R., Hasan A. Novel electrospun chitosan/polyvinyl alcohol/zinc oxide nanofibrous mats with antibacterial and antioxidant properties for diabetic wound healing. *Int J Biol Macromol* 2018; 120: 385-393.

Akdemir ZS. Doku mühendisliğinde kullanılacak yeni polimerik biyomalzemelerin geliştirilmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2009.

Akman AC. Periodontal doku mühendisliği uygulamaları için kitosan temelli doku iskelelerinin üretilmesi, kemik morfojenik protein-2 (BMP-2), bazik fibroblast büyüme faktörü (bFGF), deksametazon (dex) salım kinetiklerinin ve in vitro etkinliklerinin tayini. Hacettepe Üniversitesi 2007.

Bedian L., Villalba-Rodríguez AM., Hernández-Vargas G., Parra-Saldivar R. Iqbal HMN. Bio-based materials with novel characteristics for tissue engineering applications – A review. *Int J Biol*

- Macromol 2017; 02(98): 837-846.
- Biswas DP., Tran PA., Tallon C., O'Connor AJ. Combining mechanical foaming and thermally induced phase separation to generate chitosan scaffolds for soft tissue engineering. *J Biomater Sci Polym Ed* 2017; 28(2): 207–226.
- Bodde EWH., Boerman OC., Russel FGM., Mikos AG., Spauwen PHM., Jansen JA. The kinetic and biological activity of different loaded rhBMP-2 calcium phosphate cement implants in rats. *J Biomed Mater Res - Part A* 2008; 87(3): 780–791.
- Demir D., Öfkeli F., Ceylan S., Bölgen N. Extraction and characterization of chitin and chitosan from blue crab and synthesis of chitosan cryogel scaffolds. *J Turkish Chem Soc Sect A Chem* 2016; 3(3): 131–144.
- Goy RC., Britto D De., Assis OBG. A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polim Cienc e Tecnol* 2009; 19(3): 241–247.
- Güneş S., Tihminlioğlu F. Hypericum perforatum incorporated chitosan films as potential bioactive wound dressing material. *Int J Biol Macromol* 2017; 102: 933–943.
- Kaparekar PS., Pathmanapan S., Anandasadagopan SK. Polymeric scaffold of Gallic acid loaded chitosan nanoparticles infused with collagen-fibrin for wound dressing application. *Int J Biol Macromol* 2020; 165: 930–947.
- Kurtoğlu AH., Karataş A. Yara tedavisinde güncel yaklaşımlar: Modern yara örtüleri. *Ankara Univ Eczac Fak Derg* 2009; 38(3): 211–232.
- Liu Y., Ren L., Long K., Wang L., Wang Y. Preparation and characterization of a novel tobramycin-containing antibacterial collagen film for corneal tissue engineering. *Acta Biomater* 2014; 10(1): 289–299.
- Mahor A., Prajapati SK., Verma A., Gupta R., Iyer AK., Kesharwani P. Moxifloxacin loaded gelatin nanoparticles for ocular delivery: Formulation and in-vitro, in-vivo evaluation. *J Colloid Interface Sci* 2016; 483: 132–138.
- Maviş B., Karakeçili A. Doku mühendisliğinde nanoteknoloji. 2007 Tübitak.
- Nazemi K., Moztafzadeh F., Jalali N., Asgari S., Mozafari M. Synthesis and characterization of poly (lactic-co-glycolic) acid nanoparticles-loaded chitosan/bioactive glass scaffolds as a localized delivery system in the bone defects. *Biomed Res Int* 2014; 1-9.
- Nguyen TH., Ventura R., Min YK., Lee BT. Genipin cross-linked polyvinyl alcohol-gelatin hydrogel for bone regeneration. *J Biomed Sci Eng* 2016; 09(09): 419–429.
- Yapar EA., In situ oluşum yolu ile meydana gelen enjekte edilebilen implant formunda sürekli etkili ilaç salım sistemlerinin geliştirilmesi. Ankara Üniversitesi 2009; Ankara.

Dönen Bir Silindir Etrafındaki Akış Yapısının PIV Yöntemi ile Deneysel Olarak İncelenmesi

Cemre POLAT^{1*}, Doğan Burak SAYDAM², Mustafa SÖYLER³, Coşkun ÖZALP⁴

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Düziçi Meslek Yüksekokulu, Raylı Sistemler Makine Teknolojisi Programı, 80600, Osmaniye

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Enerji Eğitim-Etüt Uygulama ve Araştırma Merkezi, 80000, Osmaniye

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye

⁴Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7001-1042>

²<https://orcid.org/0000-0001-8453-2917>

³<https://orcid.org/0000-0003-4767-5825>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-2249-7268>

*Sorumlu yazar: cemrepolat@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12.07.2021

Kabul tarihi: 01.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Aktif akış kontrolü

Silindir

Rotasyon

PIV

ÖZET

Bu çalışmada 25 mm çaplı düz yüzeyle bir silindire saat yönü ve saatin tersi yönünde farklı dönme oranları ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) uygulandığında silindir etrafında oluşan akış yapısı deneysel olarak incelenmiştir. Öncelikle silindirin sabit olduğu durum için deneyler gerçekleştirilmiş, daha sonra da silindire farklı hızlarda ve yönlerde silindirin merkezinden dönme hareketi verilerek silindir etrafındaki akış yapısının değişimi incelenmiştir. Düşük dönme oranlarının (α) akış kontrolünde yetersiz olduğu, dönme oranının artması ile akış kontrol etkinliğinin arttığı görülmüştür. Sonuç olarak, düşük dönüş hızlarında silindirin dönme oranının olmadığı duruma benzer girdaplar oluşmaya başlamış ve Karman girdap caddesi dönme yönüne doğru sapmıştır. Fakat dönmenin etkisiyle oluşan girdapların küçülmesi Karman girdap caddesi boyutunu dönmeyen silindire göre daralmıştır. Yüksek dönme oranlarında sınır tabaka ayrılmasının ötelendiği, ölü akış bölgesinin silindire doğru daraldığı ve akış yönünde oluşan Karman girdap caddesinin oluşmadığı gözlenmiştir. Yüksek dönme oranları akış yönünde oluşan girdap kopmalarının tamamıyla ortadan kaybolmasına ve akışın dönme yönüne doğru bozulmadan ilerlemesine neden olmuştur.

Experimental Investigation of Flow Around a Rotating Cylinder with PIV Technique

Research Article

Article History:

Received: 12.07.2021

Accepted: 01.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Active flow control

Cylinder

Rotation

PIV

ABSTRACT

In this study, the flow structure around a cylinder with active flow control has been experimentally investigated. A cylinder which has 25 mm diameter smooth surface at different rotational ratios ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) both clockwise and counterclockwise directions, was investigated. First, experiments were made for its non-rotational state, then the cylinder was rotated from the center at different ratios clockwise and counterclockwise, changes in the flow structure were obtained. It has been observed that lower rotational ratios (α) are insufficient in flow control, but flow control efficiency increases with increasing rotational ratios. As a result, vortices began to form at low rotational speeds and the Karman vortex street was bent in the direction of rotation. However, the shrinkage of the vortices formed by the effect of the rotation narrowed the Karman vortex street compared to the non-rotating cylinder. It was observed that the boundary layer separation was shifted at high rotational ratios, the thickness of wake region reduces, and the Karman vortex Street formed in the flow direction did not occur. High rotational ratios caused the vortex separations in the flow direction to disappear completely, and the flow diverge towards the direction of rotation without distortion.

To Cite: Polat C., Saydam DB., Söyler M., Özalp C. Dönen Bir Silindir Etrafındaki Akış Yapısının PIV Yöntemi ile Deneysel Olarak İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 431-440.

Giriş

Akış kontrolü, akış-girdap kaynaklı titreşimlerin ve akış ayrılmasının istenmeyen etkilerini ortadan kaldırmak için hayati bir öneme sahiptir (Akbiyık ve ark., 2007). Bir akış alanının kontrol edilmesinin aerodinamik tasarımlara büyük faydası vardır. Verimli akış kontrol sistemleri, kara taşıtlarının, deniz taşıtlarının, uçakların, otomobillerin, yüksek katlı binaların, köprülerin vb. birçok cismin performansını artırabilir. Bu yönde üretilecek verimli tasarımlar neticesinde tasarruf sağlanabilir. Bunun yanı sıra daha ekonomik, çevreye uyumlu ve rekabetçi endüstriyel üretim süreci elde edilebilir (Wang ve ark., 2012).

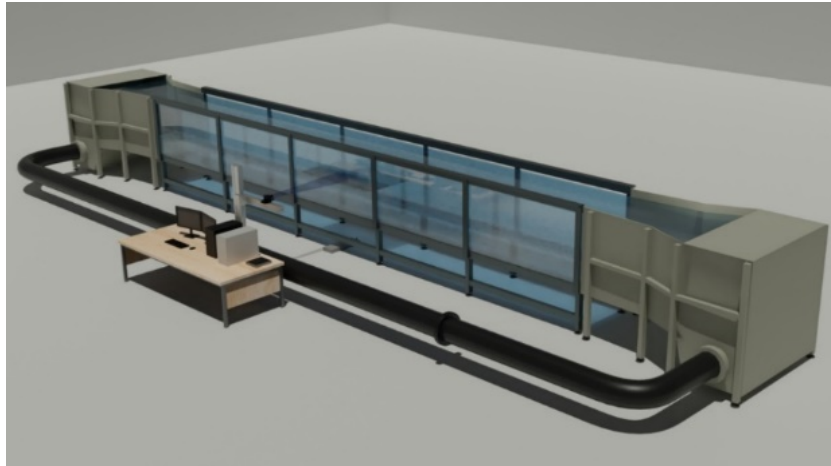
Akış kontrol yöntemleri, mühendisler, bilim adamları ve ürün geliştiriciler için iç ve dış akışlarda istenen hedeflere ulaşmak özelinde güçlü bir araçtır (Firat ve ark., 2017). Akış kontrol yöntemleri aktif kontrol ve pasif kontrol olarak iki ana grupta incelenmektedir (Xu ve ark., 2019). Bu çalışmada saat ve saatin tersi yönünde dönme hareketi verilerek aktif akış kontrol yöntemi uygulanan bir silindirin etrafındaki akış yapısı deneysel olarak incelenmiştir. Literatürde aktif ve pasif kontrol yöntemlerinin ayrı ayrı ya da birlikte kullanıldığı farklı çalışmalar görmek mümkündür. (Pralits ve ark., 2010) dönen bir silindirin etrafındaki iki boyutlu akışı $Re = 100$ 'de incelemiştirlerdir. Araştırmacılar, silindirin dönme oranının arttıkça Von Karman girdap caddesinin art izi akış bölgesindeki kayma tabasının zayıflamasından dolayı kaybolduğunu göstermişlerdir. (Hassanzadeh ve ark., 2020) tarafından yapılan çalışmada, araştırmacılar, kare bir kavite içinde dönen silindirin ısı transferine etkilerini incelemiştirlerdir. (Mittal ve Kumar, 2003), düzgün bir akışa yerleştirilen dönen bir silindir etrafındaki akışı sayısal olarak incelemiştirlerdir. (Kumar ve ark., 2013), kendi ekseninde sinüzoidal döner salımlar gerçekleştiren bir silindirin arka bölgesindeki akış yapısını deneysel olarak incelenmiştirlerdir. (Schulmeister ve ark.,2017) akış yapısını kontrol etmek için kullanılan küçük ters dönen silindirleri incelemiştirlerdir. Deneyleri bir su kanalında PIV yöntemi ile $Re=47000$ sayısında gerçekleştirmişlerdir. (Wang ve ark., 2018) $Re=10000$ 'de türbülanslı bir duvar sınır tabakası yakınında dönen dairesel bir silindir etrafındaki akışı deneysel olarak incelemiştirlerdir. Yapılan çalışma sonucunda artan dönme oranının girdap bölgesi uzunluğunu neredeyse orantılı olarak azalttığını görmüşlerdir.

Literatür taramasında da görüldüğü gibi aktif akış kontrol tekniğinin uygulandığı farklı birçok çalışma görmek mümkündür. Bu çalışmada ise $D=25\text{mm}$ çaplı bir silindire $Re=1000$ sayısında farklı dönme oranları ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) uygulanması ile silindir etrafındaki akış yapısı Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçüm Tekniği (PIV) ile detaylı bir şekilde incelenmiştir.

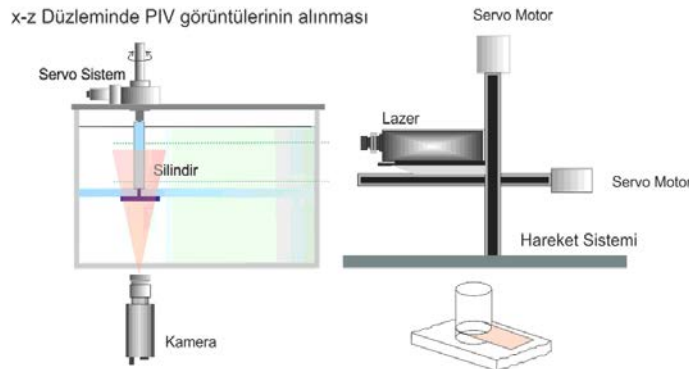
Materyal ve Metot

Çalışmada $D=25\text{mm}$ çaplı düz bir silindir etrafındaki akış yapısı incelenmiştir. Deneyler yapılırken, suyun akış hızı ve kinematik viskozitesi göz önünde bulundurularak $Re=U_{\infty} \cdot D/\nu$ eşitliği ile Reynolds sayısı 1000 olarak hesaplanmıştır. Şekil 1'de deneylerin gerçekleştirildiği, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İleri Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarı'nda bulunan, devir daim yapan açık su kanalına ait görsel yer almaktadır. Su kanalı, iki adet devir kontrolüne sahip aksenal pompa, iki adet toplama havuzu, bir adet bal peteği desenli ve ızgaralı akış düzenleyici bileşenler ve pleksiglas görüntü alanı malzemelerinden oluşmaktadır. Su tüneli 15 m uzunluğa, 1,8 m yüksekliğe ve 1 m genişliğe sahiptir. Akış, test odasına girmeden önce, bir akış çökme deposundan, bir bal peteğinden ve 2:1 oranında bir daralmadan geçmekte ve akışın tam gelişmiş

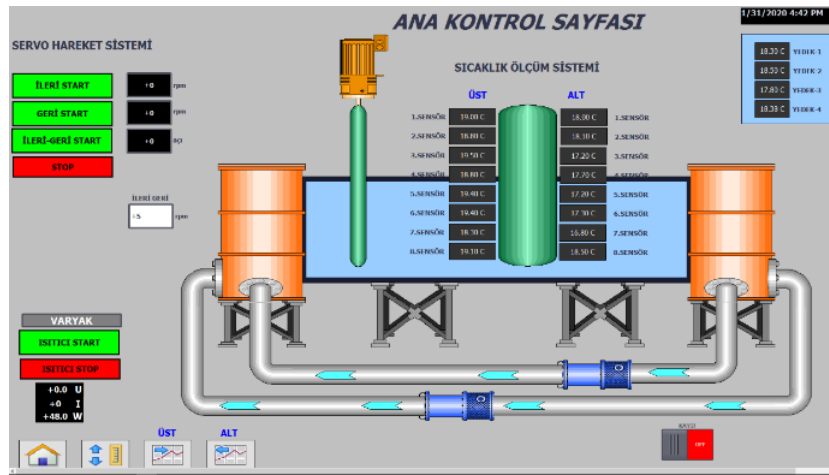
olması sağlanmaktadır. Şekil 2’de x-z düzleminde PIV görüntülerinin alınmasının şematik gösterimi yer almaktadır. PIV sistemi her biri 145 mJ güce sahip 2 adet Nd:YAG lazer kaynağı, yüksek çözünürlüklü dijital kamera ve bunların senkronize çalışmasını sağlayan bir USB senkronizasyon arabiriminden oluşmaktadır. Dijital kamera 1600x1186 piksel çözünürlüğünde olup, saniyede 15 adet görüntü çekmektedir. Ayrıca kamera, 50 mm’lik f:1/8 diyafram açıklığına sahip objektifle donatılmıştır. Her bir PIV deneyi için akış topolojisinin elde edilmesinde, saniyede 15 kare olmak üzere toplam 1000 görüntü alınmıştır. Akış içerisine 20 mikron çapında küresel polyamid kaplı parçacıklar serpiştirilmiştir. Ölçüm alanı yaklaşık 2 mm kalınlığındaki lazer huzmesiyle aydınlatılmıştır. PIV sistemi için belirsizlik analizi literatürde yer alan çalışmalardan alınmıştır ve %2 olarak tespit edilmiştir (Alnak ve ark, 2019). Çalışmada dönüş özelliklerine dair tüm kontrollerin yapıldığı SCADA sistemine ait görsel Şekil 3’te yer almaktadır. Şekilde, deneylerin yapıldığı su kanalının ve kontrol silindirin bağlandığı hareket sisteminin kontrol edildiği ana kontrol sayfası yer almaktadır. SCADA sisteminde silindirin hareket mekanizması anlık olarak izlenebilmekte ve istenildiği zaman dönme oranı değiştirilebilmektedir. Akış kontrolü için boyutsuz bir parametre olan dönme oranı hesaplanırken $\alpha = \omega D / 2U_{\infty}$ hesabı uygulanmıştır. Burada “ ω ”, silindirin açışal hızını, D silindir çapını, U_{∞} ise serbest akış hızını ifade etmektedir.



Şekil 1. Kapalı devre açık su kanalının şematik gösterimi (Özalp ve ark., 2020)



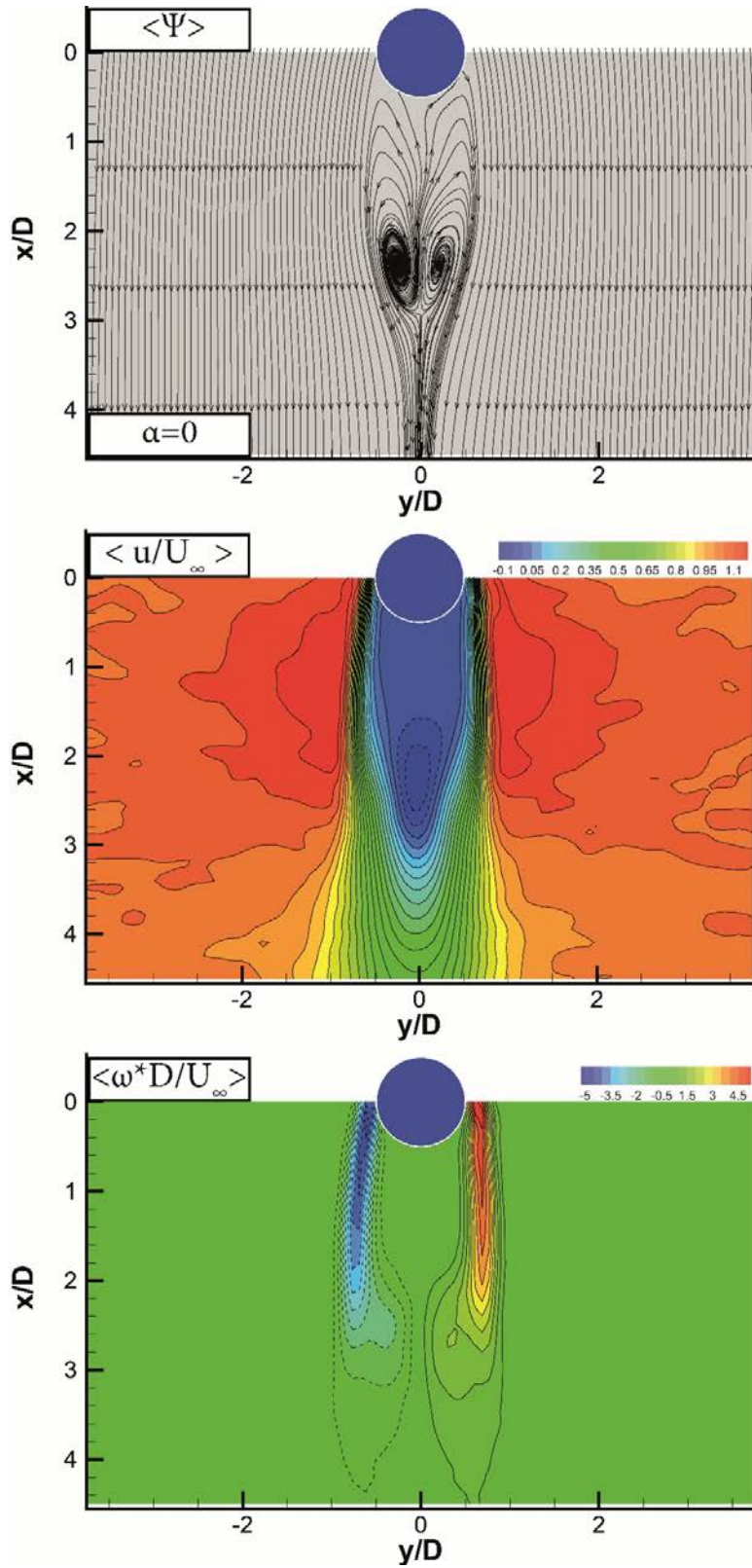
Şekil 2. x-z düzleminde PIV görüntüsünün elde edilmesi



Şekil 3. SCADA sistemi üzerinden kontrollerinin gerçekleştirildiği anlık ekran görüntüsü

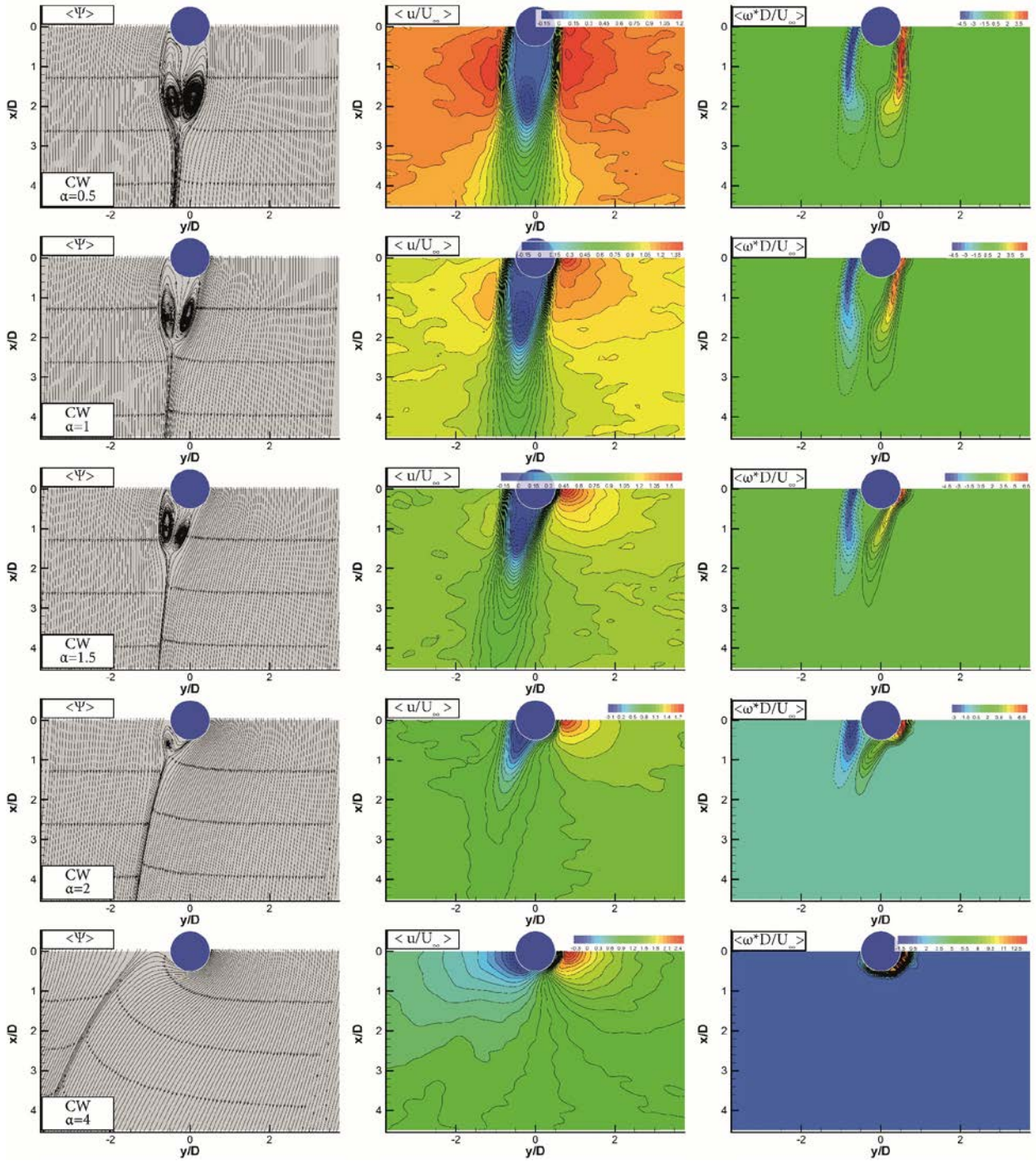
Bulgular ve Tartışma

Çalışmada $D=25\text{mm}$ çaplı düz bir silindirin önce dönme hareketi vermeden, sonra da saat yönü ve saatin tersi yönünde farklı dönme oranlarında ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) akış karakteristiği incelenmiştir. Akış hızına bağlı olarak $Re=1000$ sayısında PIV deneyleri yapılmış ve silindirler için akış yönü boyutsuz hız bileşeninin ortalama değeri ($\langle u/U_\infty \rangle$), vortisite ortalama boyutsuz değeri ($\langle \omega^*D/U_\infty \rangle$), akım çizgileri ($\langle \Psi \rangle$), incelenmiştir. Vortisite ortalama boyutsuz değeri, oluşan girdap frekansının silindir çapı ile çarpılıp, serbest akış hızına bölünmesi ile elde edilmiştir (Dai ve ark., 2016; Jalalisendi ve ark., 2016). Bu boyutsuzlaştırma işlemleri, deney sonuçlarının analizini ve diğer literatür sonuçları ile kıyaslamasını kolaylaştırmak için yapılmıştır. Şekil 4'te sabit silindirin ortalama akım çizgisi, boyutsuz ortalama akış yönü hız konturu ve ortalama boyutsuz vortisite konturu verilmiştir. Sabit silindirin akış yapısı incelendiğinde silindirin alt bölgesinde $x/D=2,92$ konumunda bir ayrılma bölgesi olduğu ve bunun da bir ölü alan meydana getirdiği görülmektedir. Ayrılmış akış bölgesinde iki adet birbirinin simetriği şeklinde odak noktaları $x/D=2,38$ olan girdap noktaları oluşmaktadır. Akış yönü boyutsuz hız grafiği incelendiğinde, silindirin yanlarında kalan kayma tabakası üzerinde maksimum hızın serbest akış hızınının 1.2 katına çıktığı, silindirin hemen arkasındaki ölü alanda durağan hale geldiği, girdap odak noktalarının arasında ise ters yöne döndüğü görülmüştür. Vortisite boyutsuz konturu incelendiğinde silindirin arka akış bölgesinde birbirine simetrik olan fakat zıt yöne dönen iki adet vortisite bölgesi gözlemlenmiştir. Bütün konturlarda düz çizgiler pozitif değerleri, kesikli çizgiler ise negatif değerleri göstermektedir.



Şekil 4. Sabit silindire ait akım çizgileri, ortalama boyutsuz akış yönü hız bileşeni ve vortisite konturları

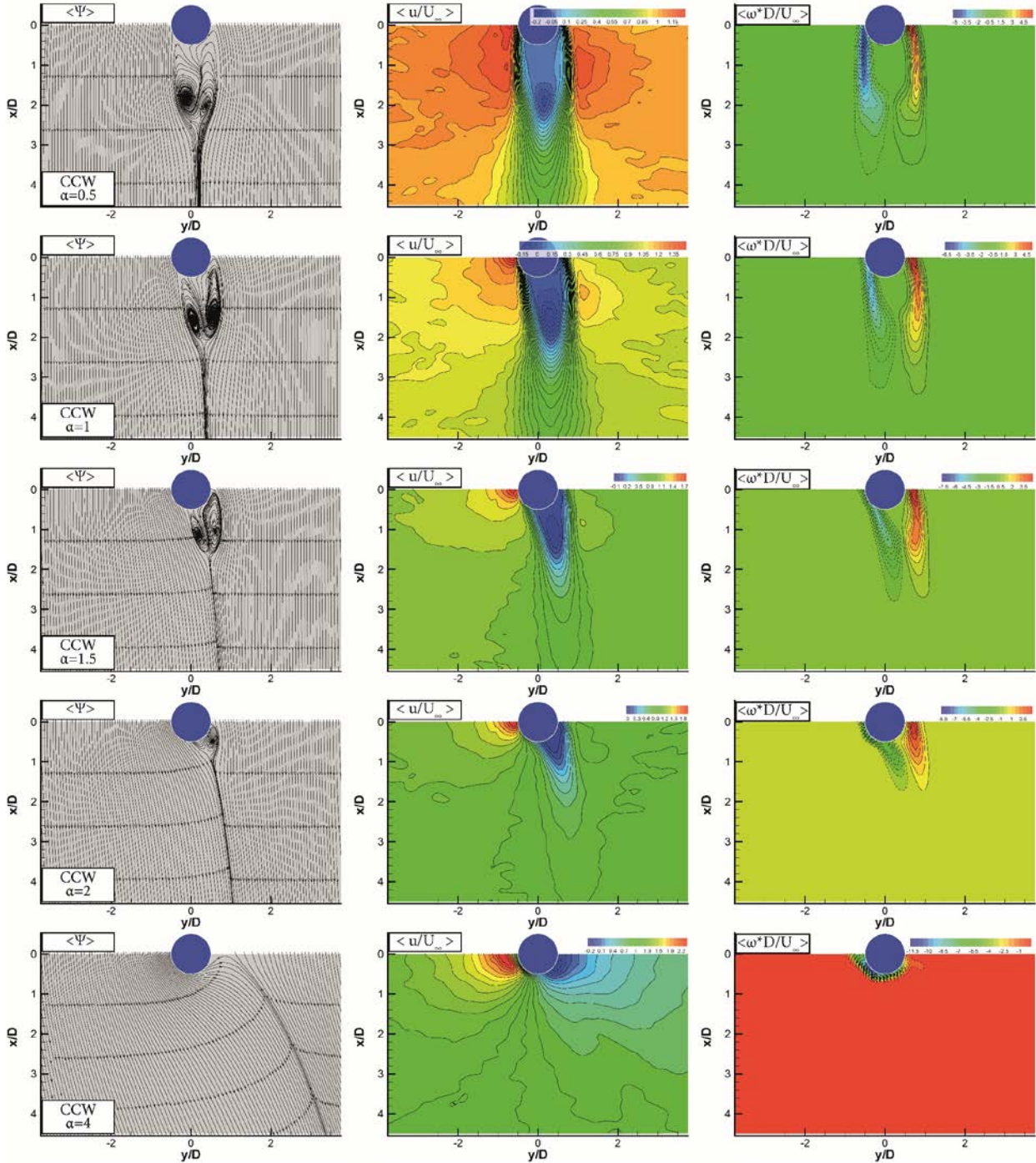
Şekil 5 ve 6'da sırasıyla silindirlerin saat yönü (CW), saatin tersi yönü (CCW) ve farklı dönme oranlarının ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) ortalama akım çizgilerine, ortalama boyutsuz akış yönü hız bileşeni ve vortisite konturlarına etkileri görülmektedir. Silindir dönme oranı arttıkça oluşan girdaplar küçülerek dönme yönüne doğru yönelmektedir.



Şekil 5. Saat yönünde dönmekte olan silindire ait akım çizgileri, ortalama boyutsuz akış yönü hız bileşeni ve vortisite konturları

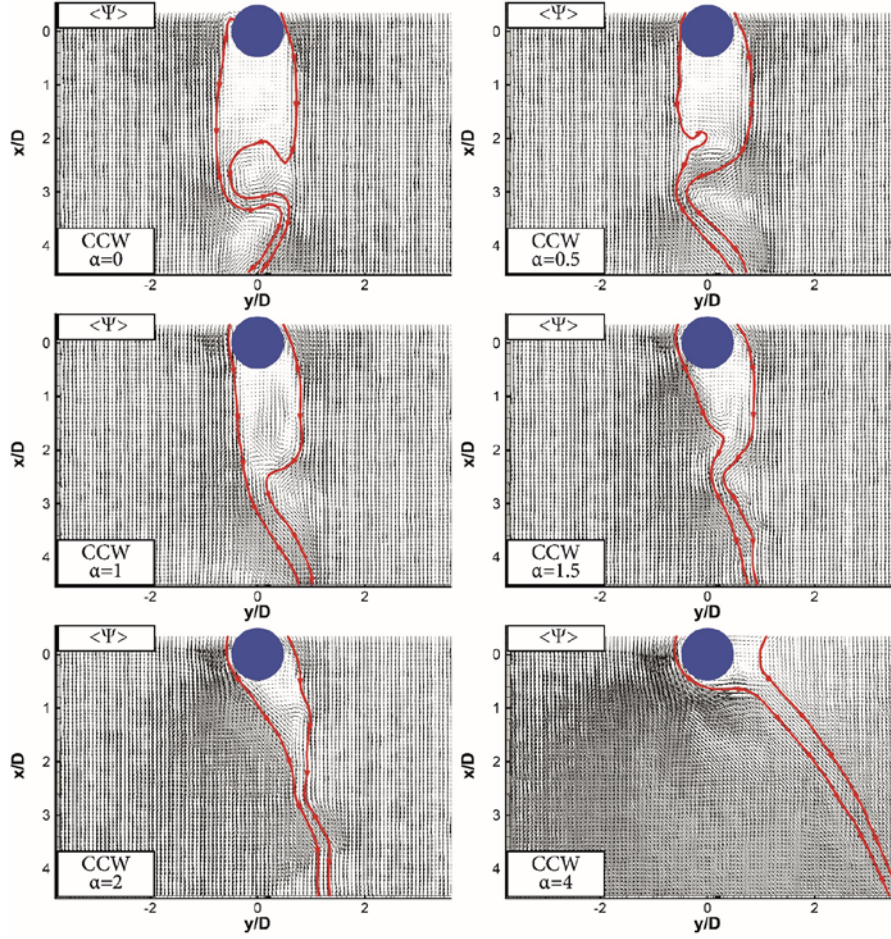
Akış yönü hız bileşeni incelendiğinde silindirin etrafındaki bölgede artan dönme oranları ile serbest akış hızının 2.4 katına kadar bir artış gözlemlenmiştir. Artan dönme oranı, silindirin arka akış bölgesindeki ölü akış alanını daraltmış, $\alpha=4$ 'te ise tamamen silindirin arka bölgesinden yan bölgesine taşımıştır. Silindir alt akış bölgesinde oluşan vortisite yapılarının simetrikliğinin bozulduğu görülmektedir (Şekil 5-6). Dönme oranı arttıkça, silindir art izindeki vortisite kollarının uzunluğu azalırken, dönme yönüne eşdeğer vortisite değerinin dönme oranı ile hemen hemen lineer olarak artmakta olduğu, zıt yöndeki vortisite değerinin ise aynı şekilde azaldığı görülmüştür. Yapılan deneyler incelendiğinde düşük dönme oranlarında ($\alpha=0.5, 1, 1.5$) akışın kontrol edildiği fakat bu oranların akış kontrollünde yetersiz kaldığı görülmüştür. Yüksek dönme

oranlarında ($\alpha=2, 4$) akışın kontrol edildiği ve $\alpha=4$ 'te akış ayrılmasının tamamen ortadan kaldırıldığı görülmektedir.



Şekil 6. Saat yönü tersine dönmekte olan silindire ait akım çizgileri, ortalama boyutsuz akış yönü hız bileşeni ve vortisite konturları

Şekil 7’de dönmekte olan silindire ait hız vektörleri ve art izi bölgesinde seçilmiş anlık akım çizgileri verilmiştir. Sabit silindire kıyaslandığında, dönme oranı ($\alpha=0.5, 1, 1.5$)’ta silindirin arka bölgesinde oluşmakta olan Von Karman girdap caddesinin etkisi azalmıştır. $\alpha=2$ ’de anlık görüntülerde görülmemesine rağmen ortalama akış incelendiğinde (Şekil 6) gözlemlenen bu durum $\alpha=4$ ’te tamamen yok olmuştur.



Şekil 7. Saat yönü tersine dönmekte olan silindire ait anlık vektörler ve akım çizgileri

Sonuç

Bu çalışmada, aktif akış kontrol tekniği uygulanan 25mm çaplı bir silindirin sabit, saat yönü ve saatin tersi yönünde farklı dönme oranlarında ($\alpha=0.5, 1, 1.5, 2, 4$) döndürülmesi ile silindir çevresindeki akış karakteristiği $Re=1000$ 'de PIV yöntemi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda;

- Artan dönme oranının akış bölgesindeki ortalama hız bileşenini, serbest akış hızının 2.4 katına kadar arttırdığı ve girdap yapılarındaki simetrikliği değiştirerek dönme yönüne doğru saptırdığı,
- Dönen silindirde girdap oluşum yapısının sabit silindire göre farklılıklar gösterdiği,
- Dönme hareketi uygulandığında sabit silindire göre dönme yönü ile aynı yöndeki vortisite bileşeninin zıt yöndeki vortisite bileşenine göre arttığı,
- Silindirin döndürülmesi ile silindir çevresindeki akış yapısının kontrol edildiği fakat düşük dönme oranlarının yüksek dönme oranlarına göre akış kontrolünde etkinliğinin daha az olduğu,
- Dönme oranının artmasının akış kontrolünde daha etkin olduğu,
- Dönme oranının artmasının, silindirin arka akış bölgesindeki ölü akış alanını daralttığı ve $\alpha=4$ 'te ise ölü akış bölgesini tamamen silindirin arka bölgesinden yan bölgesine (dönüş yönünde) taşıdığı görülmüştür.

Yapılan çalışma sonucunda aktif akış kontrol yöntemi ile silindir çevresindeki akış yapısı incelenmiş ve dönme oranının artmasının silindir arkasındaki ölü akış bölgesini daralttığı ve akış karakteristiklerini dönme

yönünde değiştirdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların özellikle döndürülen (CW, CCW) silindir özelinde yapılacak olan deneysel veya sayısal çalışmalara referans olması hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (OKÜBAP) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından sırasıyla OKÜBAP-2019-PT3-010 ve TÜBİTAK-218M357 olarak adlandırılan projeler kapsamında desteklenmiştir. OKÜBAP ve TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarların makaleye olan katkıları eşitir.

Kaynakça

- Akbiyık H., Akansu Y., Yavuz H. Active control of flow around a circular cylinder by using intermittent DBD plasma actuators, *Flow Measurement and Instrumentation* 2007; 53: 215-220.
- Alnak DE., Varol Y., Firat M., Oztop HF., Ozalp C. Experimental and numerical investigation of impinged water jet effects on heated cylinders for convective heat transfer. *International Journal of Thermal Sciences* 2019; 135: 493-508.
- Dai C., Jia L., Zhang J., Shu Z., Mi J. On the flow structure of an inclined jet in crossflow at low velocity ratios. *International Journal of Heat and Fluid Flow* 2016; 58: 11-18
- Firat E., Ozkan GM., Akilli H. PIV measurements in the near wakes of hollow cylinders with holes. *Experiments in Fluids* 2017; 58(5): 39.
- Hassanzadeh R., Rahimi R., Khosravipour A., Mostafavi S., Pekel H. Analysis of natural convection in a square cavity in the presence of a rotating cylinder with a specific number of roughness components, *International Communications in Heat and Mass Transfer* 2020; 116: 104708.
- Jalalisendi M, Panciroli R, Cha Y, Porfiri M. A particle image velocimetry study of the flow physics generated by a thin lamina oscillating in a viscous fluid. *Journal of Applied Physics* 2016; 115(5): 054901.
- Kumar S., Lopez C., Probst O., Francisco G., Askari D., Yang Y. Flow past a rotationally oscillating cylinder, *Journal of Fluid Mechanics* 2013; 735: 307.
- Mittal S., Kumar B. Flow past a rotating cylinder. *Journal of Fluid Mechanics* 2003; 476: 303-334.
- Ozalp C, Polat C, Saydam D, Söyler M. Dye Injection flow visualization around a rotating circular cylinder. *European Mechanical Science* 2020; 4(4): 185-189 .
- Pralits JO., Brandt L., Giannetti F. Instability and sensitivity of the flow around a rotating circular cylinder, *Journal of Fluid Mechanics* 2010; 650: 513.

- Schulmeister JC., Dahl JM., Weymouth GD., Triantafyllou MS. Flow control with rotating cylinders, *Journal of Fluid Mechanics* 2017; 825: 743-763.
- Wang L., Luo Z., Xia Z., Liu B., Deng XR review of actuators for high speed active flow control. *Science China Technological Sciences* 2012; 55(8): 2225-2240.
- Wang XK., Li YL., Yuan SQ., Tan SK. Flow past a near-wall retrograde rotating cylinder at varying rotation and gap ratios. *Ocean Engineering* 2018; 156: 240-251.
- Xu C., Mao Y., Hu Z. Control of cylinder wake flow and noise through a downstream porous treatment, *Aerospace Science and Technology* 2019; 88: 233-243.

The Effect of Adding Different Levels of Black Cumin (*Nigella Sativa L.*) Seed to the Feed on Performance, Serum Parameters and Reproductive Hormones in Male Japanese Quails (*Coturnix Coturnix Japonica*)

Behlül SEVİM^{1*}, Yusuf ÇUFADAR², Yılmaz BAHTİYARCA³, Seyit Ahmet GÖKMEN⁴, Barış CURABAY⁵,
Tugay AYAŞAN⁶

¹ Eskil Vocational School, Aksaray University, Aksaray

² Selçuk University Agricultural Faculty Department of Animal Science, Konya

³ Selçuk University Agricultural Faculty Department of Animal Science, Konya

⁴ Selçuk University Agricultural Faculty Department of Animal Science, Konya

⁵ Selçuk University Agricultural Faculty Department of Animal Science, Konya

⁶ Osmaniye Korkut Ata University Kadirli Applied Sciences Faculty, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2996-3241>

²<https://orcid.org/0000-0001-9606-791X>

³<https://orcid.org/0000-0001-7310-6867>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-2309-2473>

⁵<https://orcid.org/0000-0003-2605-5838>

⁶<https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

*Corresponding author: behluls68@gmail.com

Research Article

Article History:

Received: 20.07.2021

Accepted: 13.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Black cumin seed

Male quail

Performance

Serum

Reproductive hormones

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of adding different levels of black cumin seed (BCS) to the compound feed on performance, serum criteria, and reproductive hormones in male Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). 80 male Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*) at the age of 21 days were used in the study. The trial was carried out with 5 repetitions in 4 treatment groups (20 subgroups with 4 animals in each cage) and completed in 3 weeks. The treatment groups were as follows: Group A (the control group fed with basal feed, 0%); Group B (the group fed with basal feed + 0.5% black cumin seed); Group C (the group fed with basal feed + 1.0 % black cumin seed); and Group D (the group fed with basal feed + 2.0% black cumin seed). In the study, it was found that the addition of black cumin seed to the rations of male quails had no significant effect on their performance, testicular characteristics, serum parameters, and reproductive hormones. However, it was also found that the addition of 0.5% BCS caused an increase in the ratio of testicular weight to live weight, and the serum FSH levels tended to decrease with the addition of BCS; so there is a need for more studies on this subject.

Erkek Japon Bildircinlarının (*Coturnix coturnix Japonica*) Karma Yemlerine Farklı Seviyelerde Çörek Otu (*Nigella Sativa L.*) Tohumu Katkısının Performans, Serum Ölçütleri ve Üreme Hormonları Üzerine Etkisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 20.07.2021

Kabul tarihi: 13.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Çörek otu tohumu

Japon bildircini

Performans

Serum

Üreme hormonları

ÖZET

Bu çalışma, Japon bildircinlerinin (*Coturnix coturnix Japonica*) karma yemlerine farklı seviyelerde çörek otu tohumu (ÇOT) katkısının performans parametreleri, bazı serum ölçütleri ile üreme hormonlarına olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada hayvan materyali olarak 21 günlük yaşta 80 adet erkek Japon bildircini (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Deneme, 4 muamele grubunda 5 tekerrürlü olarak, her bir kafeste 4 adet hayvan bulunan 20 alt grupta, 3 hafta süreyle yürütülmüştür. Çalışmadaki uygulamalar aşağıdaki gibidir: Grup A (bazal yem uygulanan kontrol grubu, %0); grup B: bazal yeme %0,5 çörek otu tohumu katkılı grup; Grup C: bazal yeme %1,0 çörek otu tohumu katkılı grup;

Grup D: bazal yeme %2,0 çörek otu tohumu katkılı grup. Araştırma sonunda erkek bıldırcın rasyonlarına çörek otu tohumu ilavesinin performans, testis özellikleri, serum parametreleri ve üreme hormonları üzerine istatistiki bir etkisi olmamıştır. Ancak %0,5 ÇOT ilavesinde testis ağırlığı/canlı ağırlık oranında artma ve ÇOT ilavesi ile serum FSH seviyesinin düşme eğiliminde olduğu ve bu konuda daha fazla çalışmaya gerek olduğu söylenebilir.

To Cite: Sevim B., Çufadar Y., Bahtiyarca Y., Gökmen SA., Curabay B., Ayaşan T. The Effect of Adding Different Levels of Black Cumin (*Nigella Sativa L.*) Seed to the Feed on Performance, Serum Parameters and Reproductive Hormones in Male Japanese Quails (*Coturnix Coturnix Japonica*). Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 441-451.

Introduction

Black cumin (*Nigella sativa L.*) is an herbaceous plant with medicinal and aromatic properties and belongs to the Ranunculaceae family. It is cultivated annually and can grow about 20-30 cm high (Demirci et al., 2019). Black cumin is grown under different climatic conditions and in different geographies, and its seed is used in different industries (food, medicine, cosmetics, etc.) thanks to the phenolic compounds it contains. Black cumin seed (BCS) has a very slight aroma, but it helps in digestion as well as helping to eliminate stomach and intestinal gas (Naz, 2011).

Black cumin seed contains 91.50-94.48% dry matter (DM), 34.49-41.60% fat, 16.00-26.70% protein, 24.90% nitrogen-free extract matter, 23.50-33.20% total carbohydrate, 7.94-8.40% cellulose, 3.77-4.86% ash, amino acids (glutamic acid, arginine, aspartic acid), minerals (Ca, P, Na, K, Fe, Cu, Zn, Se, Mg, Mn), and vitamins (A, C, thiamine, niacin, pyridoxine). BCS also contains 0.5-1.6% essential oils (thymoquinone, dithymoquinone, thymohydroquinone, nigellon, thymol, carvacrol, α and β pinene, d-limonene, p-cymen), alkaloids, sterols (betasosterol, sychloeikolenol, sykloartenol, sterol esters, sterol glucosides), saponins, and quinones (Tufan et al., 2015). Işık et al. (2019) reported that BCS was rich in some fatty acids such as oleic acid, linolenic acid and palmitoleic acid. In another study, it was found that BCS was a good source of protein, crude fat, crude cellulose, and macro minerals, and it contained 0.5-1.6% yellowish volatile fatty acid, 28-42% fat, 23-37% protein, 4.41-4.86% ash, 33-40% total carbohydrates and various phytochemicals (Kumar et al., 2017).

Many studies reported that black cumin seed had antimicrobial, antiviral, antiuretic, antidiabetic, antitumoral and antioxidant properties thanks to the phenolic compounds it contains (Tufan et al., 2015; Haseena et al., 2015; Güler et al., 2016; Usta et al., 2016; Kumar et al., 2017). Although the studies investigating the effects of BCS on different parameters have attracted attention in recent years, the studies in the poultry sector have mostly focused on performance and serum parameters.

Considering the reproductive system of male poultry, there is a need for studies to identify the possible effects of the phenolic compounds that BCS contains. Poultry spermatozoon is composed of polyunsaturated fatty acids. The high content of polyunsaturated fatty acids triggers the oxidative stress which can damage the function, viability, and structure of sperm (Mahdavi et al., 2015). Substances with high antioxidant content can inhibit the production of free radicals and, by doing so, prevent the damage to sperm. Mahdavi et al. (2015) reported that antioxidant components could improve spermatogenesis and steroidogenesis. Some previous studies found that the antioxidant components in the structure of medicinal and aromatic plants could eliminate free radicals and prevent the harmful consequences of oxidative stress.

Yüncü et al. (2013) reported that thymoquinone, the active ingredient of black cumin, had a protective effect in preventing the oxidative damage and increased the intracellular glutathione production. Moreover, they asserted that the β sitosterol in BCS increased the secretory activity in the body, decreased the cholesterol level in the blood, and had a therapeutic effect in prostate enlargement. Umar et al. (2017) asserted that BCS increased the interstitial cell and testosterone levels compared to the control group in their study. They also asserted that the effect of BCS on male reproductive system might be caused by the fatty acids it contains such as palmitic acid (12.5%), linoleic acid (55.6%), and oleic acid (23.4%). In another study, Usta and Algın (2018) reported that BCS increased the HDL-cholesterol concentration and significantly decreased the levels of total cholesterol, LDL, and triglyceride. On the other hand, Tufan et al. (2015) reported that BCS caused a decrease in the total cholesterol level compared to the control group in their study. There are also some studies reporting that black cumin seed oil decreases the serum cholesterol ratio and increases the serum globulin concentration. Bölükbaşı et al. (2009) and Karadağoğlu et al. (2019) asserted that BCS could be used successfully in the compound feeds for quails and could be used to improve the fatty acid composition of breast meat in quails.

The present study was carried out with the purpose of examining the effect of adding BCS to the feeds on performance, some serum parameters, and reproductive hormone levels in quails.

Materials and Method

The study was carried out in the battery-type chick rearing cages in the quail trial poultry houses in Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Livestock Research and Application Enterprise, Department of Zootechnics, Faculty of Agriculture, Selçuk University. 80 male Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*) at the age of 21 days were used in the study. The trial was carried out with 5 repetitions, each containing 4 quails, where the groups were fed with the feeds to which 0; 0.5; 1.0, and 2.0% BCS were added. The compound feeds were formulated as isonitrogenic (24% crude protein) and isocaloric (2900 kcal/kg metabolizable energy) in line with the nutrient levels recommended for growing Japanese quails in NRC (1994) (Table 1). The feed and water were given *ad libitum* in the trial. The lighting program was 23 hours of light and 1 hour of darkness a day. The chemical composition of the black cumin seed volatile oil was given in Table 2.

Performance parameters

The live weights of the Japanese quails were measured at the beginning and end of the trial, and the increases in their live weights were calculated by subtracting their pre-trial live weights from their post-trial live weights. The feeds were weighed and then given to the quails, and the remaining feeds at the end of the trial were subtracted from the total amount of feed given throughout the trial. The calculated feed consumption was corrected by considering the feed consumption of the animals that died during the study. The feed conversion ratio (FCR) was calculated with the following formula: $FCR = \frac{\text{feed (g)}}{\text{live weight gain (g)}}$ = feed consumption (g/period/quail)/live weight gain (g/period/quail). Deaths were recorded daily and the mortality rate was calculated with the following formula: $\text{Mortality rate (\%)} = \frac{\text{Number of the quails that died}}{\text{Number of the quails in the groups}}$.

Serum parameters

At the end of the trial, 40 male quails were slaughtered and their blood samples were taken into the 10 ml glass tubes. Then, the blood samples were centrifuged at 3000 rpm for 5 minutes and their serums were separated and stored at -20 °C until being analyzed. The serum glucose, triglyceride, cholesterol, creatine, HDL, LDL calcium, phosphorus, and iron contents of the samples were measured using an autoanalyzer. Serum testosterone, FSH, LH, and estrogen levels were measured using a commercial kit.

Measurement of the Reproductive Organs

At the end of the trial, 2 quails were taken from each subgroup and their right and left testicles were removed and weighed. Then, the length and width of the testicles were measured using calipers.

Statistical analyses

One-way analysis of variance (ANOVA) was carried out using SPSS (2016) to find out whether the treatments had an effect on the parameters, and the Duncan Multiple Comparison Test was used to determine the differences between the treatment groups.

Results and Discussion

The effects of black cumin seed on the performance parameters, some reproductive organs, and some serum parameters were given in Tables 3, 4, and 5, respectively.

The effect of black cumin seed on the performance parameters was found to be not significant ($P>0.05$). The mean live weight at the beginning of the trial (LWBT) was found to be 96.77 g, while the mean live weight at the end of the trial (LWET) was found to be 178.78 g. Different levels of BCS addition did not have a significant effect on the LWET which varied between 177.44 g and 180.20 g in the groups.

Live weight gains (LWG) varied between 80.68 g and 83.48 g, and there was no statistically significant difference between the treatment groups. LWG was found to be lower in the Group D (the group fed with basal feed + 2.0 % black cumin seed) compared to the other groups ($P>0.05$). Güler et al. (2006) also reported similar results. While some studies reported that BCS significantly increased LWG [Abdel-Hady et al. 2009; Talha and Mohamed, 2010; Jahan et al. 2015; Arif et al. 2018; Shokrollahi and Sharifi, 2018]; some others reported that it did not have a significant effect on LWG [Karadağoğlu et al. 2019; Nasir and Grashorn, 2010; Ahmed, 2013]. We are of the opinion that the differences between the results of the studies might be due to the different feeding methods, compositions of feed, amounts of the BCS added to the feed, sources of black cumin, species, ages, genders, etc. used in the studies.

Table 1. Ingredient composition and nutritional composition of the feed used in the study

Ingredients	(%)
Corn	47.95
Soybean Meal	44.50
Crude fat	4.40
Limestone	1.00
Salt	0.30
DCP	1.20
Vitamin-mineral premix *	0.25
L-lysine	0.20
DL-methionine	0.20
Calculated nutrient composition	
Crude protein, %	24.07
Metabolizable energy, kcal/kg ME	2909
Ca, %	0.85
P, %	0.40
Lysine, %	1.34
Methionine, %	0.52
Cystine, %	0.31
Methionine+Cystine	0.83

* 1 kg of premix compound feed contains 8,800 IU vitamin A, 2,200 IU vitamin D3, 11 mg vitamin E, 44 mg nicotinic acid, 8.8 mg Cal-D-Pan, 4.4 mg riboflavin, 2.5 mg thiamine, 6.6 mg vitamin B12, 1 mg folic acid, 0.11 mg D-biotin, 220 mg choline, 80 mg manganese, 60 mg iron, 5 mg copper, 60 mg zinc, 0.20 mg cobalt, 1 mg iodine, and 0.15 mg selenium.

Table 2. The chemical composition of the black cumin seed volatile oil

Ingredients	Ratio of the ingredients, %
Thymoquinone	23.25
DihydroThymoquinone	3.84
p-Cymene	32.02
Carvacrol	10.80
α -Thujene	2.40
Thymol	2.32
α -Pinene	1.48
β -Pinene	1.72
t-Anethol	2.10
Minor ingredients	23.81

Table 3. Effect of the black cumin seed on performance parameters

Parameters	Levels (%)				Standard Error	P-value
	0	0.5	1.0	2.0		
LWBT (g)	96.72*	96.64	96.00	97.72	2.382	0.965
LWET (g)	180.20	179.08	177.44	178.40	2.078	0.816
CLW (g)	83.48	82.44	81.44	80.68	2.960	0.916
FC (g)	19.72	19.02	18.94	19.57	0.331	0.287
FCR	4.75	4.64	4.67	4.87	0.163	0.772

LWBT: live weight at the beginning of the trial; LWET: live weight at the end of the trial; CLW: change in live weight; FC: feed consumption; FCR: feed conversion ratio; *: P>0.05.

Table 4. Effect of the black cumin seed on some reproductive organs

Reproductive organs	Levels (%)				Standard Error	P-value
	0	0.5	1.0	2.0		
TW	4.28*	4.75	4.44	4.18	0.269	0.488
TL	22.32	22.36	22.78	21.65	0.541	0.539
TW	14.08	14.90	14.23	13.84	0.383	0.278
TW/LWBT %	2.38	2.65	2.51	2.34	0.155	0.503

TW: testicular weight; TL: testicular length; TW: testicular width; LWET: live weight at the end of the trial *Not statistically significant

Tufan et al. (2015) reported that the LWG in the group fed with the BCS-added feed was higher than that in the control group, which supports the result of our study ($P>0.05$). They asserted that this result was caused by the combination of the facts that BCS is rich in protein and fat; its fat is rich in oleic and linoleic acids; it has an antibacterial effect on the intestines due to the pharmacologically active compounds it contains; it has some antioxidant properties; and it has some positive effects on digestion. Moreover, adding BCS to feeds can increase bile flow rate, and this increases emulsification, which helps digestion of fat and absorption of fat-soluble vitamins, and can activate pancreatic lipases. There are some studies reporting that the BCS addition decreases LWG. Naz, (2011) and Sogut et al. (2012) asserted that the addition of black cumin to water reduced appetite and, by doing so, decreased the live weight.

While the different levels of BCS addition to the compound feed did not cause a statistically significant difference in the feed consumption (FC) of the Japanese quails; the feed conversion ratio (FCR) varied between 4.64 and 4.87 in the quails. Feed consumption and FCR are the most effective factors in evaluating the growth performance of animals and feed quality. The BCS addition to the compound feeds was reported to be effective in improving FCR and increasing the growth performance (Mohammed and Suwaiegh, 2016). In our trial, the FC and FCR were not significantly affected by the BCS addition. Attia et al. (2008) reported that as the level of BCS addition to the feed increased, the FC decreased in laying quails. The decrease in feed consumption might be associated with the higher availability and absorption of nutrients at the gut level. Arif et al. (2018) and Shokrollahi and Sharifi (2018) asserted that the BCS addition significantly affected FC and FCR; whereas Karadağoğlu et al. (2019) and Jahan et al. (2015) reported that it did not affect the FC and FCR.

In the groups fed with the BCS-added feeds, the testicular weight (TW) was found to range between 4.18 and 4.75 g, testicular length (TL) between 21.65 and 22.78 cm, testicular width (TW) between 13.84 and 14.90 cm, and TW/LWBT between 2.34 and 2.65%. Similar to the results of the present study, in a study on albino rats, it was found that the BCS addition did not significantly affect the testicular weight (Al-Tae, 2008).

When the effect of black cumin seed on some serum parameters was examined, it was found that it had no significant effect on the levels of glucose, cholesterol, HDL, albumin, total protein, phosphorus, calcium, globulin, FSH, estrogen, and total testosterone ($P>0.05$). When the previous studies on this subject were reviewed, it was found that some studies reported that the BCS addition had a statistically significant effect on serum parameters (Gardzielewska et al., 2012; Arif et al., 2018; Laudadio et al. 2020); whereas some others reported that it had no effect (Kumar et al., 2017; Seidavi et al., 2020).

Table 5. Effect of the black cumin seed on some serum parameters

Serum parameters (Biochemistry)	Levels (%)				Standard Error	P-value
	0	0.5	1.0	2.0		
Glucose, g/dl	247.20*	251.90	255.80	252.40	5.47	0.06
Cholesterol, mg/dl	183.10	184.70	206.40	207.70	11.707	0.306
HDL Cholesterol, mg/dl	138.39	135.24	141.60	142.41	5.701	0.803
Albumin, g/dl	0.99	0.92	0.94	0.94	0.032	0.487
Total protein, g/dl	2.60	2.57	2.65	2.52	0.071	0.634
Phosphorus, mg/dl	9.38	8.13	7.69	8.28	0.600	0.271
Calcium, mg/dl	8.59	8.82	8.83	8.44	0.014	0.284
Globulin, g/dl	1.61	1.65	1.71	1.58	0.054	0.391
FSH, ng/dl	0.60	0.50	0.36	0.35	0.073	0.081
Estrogen, ng/dl	15.49	14.77	17.08	13.85	2.077	0.733
Total testosterone, ng/dl	107.50	87.50	115.90	95.20	20.044	0.756

*Not statistically significant

In our trial, the albumin and globulin levels were not affected by the treatments ($P>0.05$) and the mean albumin and globulin levels were found to be 0.9475 and 1.6375, respectively. Tufan et al. (2015) reported the mean albumin and globulin as 0.925 mg/dl and 1.525 mg/dl, respectively. Al-Homidan et al. (2002) asserted that the addition of black cumin to the ration did not cause a change in the serum AST, ALT, total protein, albumin, globulin, and Ca concentration. Arif et al. (2018) and Shokrollahi et al. (2018) reported that the BCS addition did not affect the serum albumin level.

Naz (2011) states that BCS is a source of Ca, Fe, and K; and in our study, the Ca levels of the treatment groups were found to vary between 8.59 and 8.83 mg/dl and their P levels between 7.69 and 9.38 mg/dl. Tufan et al. (2015) asserted that the BCS addition did not have a significant effect on the Ca and P levels in the serum of the Japanese quails and reported the Ca and P contents as 9.0-10.3 mg/d and 6.2-7.6 mg/dl, respectively. Arif et al. (2018) reported that the BCS addition did not affect the serum Ca and P levels.

In our trial, the total protein was not affected by the BCS addition. On the contrary, Shokrollahi et al. (2018) reported that the effect of the BCS addition to the feed of quails on total protein was statistically significant.

In the present study, although the BCS addition caused an increase in the cholesterol levels, this increase was not statistically significant ($P>0.05$). Unlike the result we reached in this trial, Badari et al. (2002) reported that the increase in the ratio of BCS in the broiler feed caused a significant decrease in the serum cholesterol level. Siddiqui et al. (2015) also reported that the BCS addition caused a decrease in the serum cholesterol level. Whereas Tufan et al. (2015) asserted that the effect of BCS addition on the total cholesterol level in the serum of Japanese quails was statistically significant; in our study, the total cholesterol level was not significantly affected by the BCS addition.

The HDL-cholesterol levels of the quails in our study were found to vary between 135.24 mg/dl and 142.41 mg/dl ($P>0.05$). A previous study on rats reported that black cumin had an effect on cholesterol fractions and the serum low-density lipoprotein cholesterol level decreased and the high-density lipoprotein cholesterol (HDL-cholesterol) level increased. Tufan et al. (2015) and Arif et al. (2018)

reported that the BCS addition had a significant effect on the HDL cholesterol level, and the higher the BCS level, the higher the HDL level. Shokrollahi and Sharifi (2018) asserted that the effect of BCS addition to the feed on HDL was not significant in the quails. We are of the opinion that the differences between the results of the studies might be due to the different species, ages, genders, serum analysis methods, amounts of the BCS added to the feed, etc. used in the studies.

Testosterone is the most important hormone necessary for the normal function, development, and growth of the testicles. Testicles, epididymis, and other reproductive organs are structurally and physiologically dependent on testosterone and other androgens. Testosterone stimulates the growth and secretory activity of the reproductive organs (Haseena et al., 2015). Previous studies reported that high level of testosterone in serum positively affected the function, weight, and structure of the testicle, epididymis, and prostate gland. Haseena et al. (2015), Al-Tae, (2008) and Prins et al. (1991) reported that the testosterone level was lower in rats with diabetes compared to normal ones, and the testosterone level decreased significantly with the BCS addition to the feed. Whereas Umar et al. (2017) reported that BCS increased the interstitial cell and testosterone levels compared to the control group; in our study, the BCS addition did not have a statistically significant effect on the testosterone level. The BCS addition decreased the testosterone level in our trial. While the mean testosterone level was found to be 107.50 ng/dl in the control group, it was found to be 99.53 ng/dl in the groups fed with the BCS-added feed.

In conclusion, although the effect of BCS addition to the poultry compound feeds on the parameters examined in this study was found to be not significant, the BCS addition increased some of the parameters. Further research can be done for a more comprehensive view of the effects of BCS in male quail.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Authors' contributions

Conceptualization, B.S., S.G., B.C., Y.C., Y.B and T.A.; methodology, B.S and B.C.; investigation, B.S, B.C. and S. G.; formal analysis, Y.C, Y.B.; data curation, S.G, B.C, and Y.C.; writing-original draft preparation, B.S., S.G., Y.C., and T.A; writing-review and editing, Y.C., B.S., Y.B., and B.C.; visualization, B.S. and T.A.; supervision, B.S. All authors have read and agree to the published version of the manuscript.

References

Ahmed MEE. Effect of black cumin seeds (*Nigella sativa L.*) supplementation on broilers performance. Gezira J. of Agric. Sci. 2013; 11(2): 1-6.

- Abdel-Hady AA., Abdel-Azeem FA., Abdel- Rafea AA., Gamal AG. Effect of replacement of soybean meal protein by *Nigella sativa* meal protein on performance of growing Japanese quail. *Egypt. Poult. Sci.* 2009; 29(1): 407-422.
- Al-Homidan A., Al-Qarawi AA., Al-Waily SA., Adam SEI. Response of broiler chicks to dietary *Rhazya stricta* and *Nigella sativa*. *British Poultry Science* 2002; 43(2): 291-296.
- Al-Tae AA. Effect of black seed (*Nigella sativa L.*) seed extract on reproductive organs of male albino rats. *Journal of Kerbala University* 2008; 6(4): 244-251.
- Arif M., Rehman A., Abd El-Hack ME., Saeed M., Khan F., Akhtar M., Swelum AA., Saadeldin IM., Alowaimier AN. Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds. *Asian-Australas Journal of Animal Science* 2018; 31(12): 1930-1938.
- Attia YA., Abd EE., Zeweil HS., Hussein AS., Qota EM., Arafat MA. The effect of supplementation of enzyme on laying and reproductive performance in Japanese quail hens fed *nigella* seed meal. *Journal of Poult Science* 2008; 45: 110-115.
- Badari OA., Abdel-Naim AB., Abdel-Wahab MH., Hamada FM. The influence of thymoquinone on doxorubicin-induced hyperlipidemic nephropathy in rats. *Toxicol* 2002; 143: 219-226.
- Bölükbaşı ŞC., Erhan MK., Ürüşan H. Yumurtacı tavuk rasyonlarına geç dönemde çörek otu (*Nigella sativa*) yağı ilavesinin performans, yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2009; 6(3): 283-289.
- Demirci M., Karşlı MA., Aluç Y. Determining the effects of black cumin seed oil on performance and meat fatty acid profile of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* 2019; 249(5): 892-899.
- Gardzielewska J., Szczerbińska D., Jakubowska M., Karamucki T., Ligocki M. Meat quality of quail fed with feedstuff containing *nigella sativa* seeds. *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 2012; 11(4): 31-40.
- Güler O., Balıkçı B., Ertas ON., Çiftçi M. The effect of dietary black cumin seeds (*Nigella sativa L.*) on the performance of broilers. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2006; 19(3): 425-430.
- Güler O., Şimşek H., Özçelik M., Benzer F., Karahan İ., Kaplan S. Kurşun uygulanan ratlarda lipid peroksidasyon üzerine çörek otu tohumunun antioksidan etkileri. *Tr. Doğa ve Fen Derg.*, 2016; 5(1): 82-86.
- Haseena S., Aithal M., Das KK., Saheb SH. Effect of *nigella sativa* seed powder on testosterone and LH levels in streptozotocine induced diabetes male albino rats. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2015; 7(4): 234-237.
- Işık S., Erdem SA., Kartal M. Investigation the fatty acid profile of commercial black cumin seed oil and seed oil capsules: Application to real samples. *Journal of Chemical Metrology* 2019; 13(2): 53-60.

- Jahan MS., Khairunnesa M., Afrin S., Ali MS. Dietary black cumin (*Nigella sativa*) seed meal on growth and meat yield performance of broilers. SAARC J. Agric. 2015; 13(2): 151-160.
- Karadağoğlu Ö., Şahin T., Ölmez M., Ahsan U., Özsoy B., Önk K. Fatty acid composition of liver and breast meat of quails fed diets containing black cumin (*Nigella sativa L.*) and/or coriander (*Coriandrum sativum L.*) seeds as unsaturated fatty acid sources. Livestock Science 2019; 223(2019): 164-171.
- Kumar P., Patra AK. Beneficial uses of black cumin (*Nigella sativa L.*) seeds as a feed additive in poultry nutrition. World's Poultry Science Journal 2017; 73(4): 872-885.
- Kumar P., Patra AK., Mandal GP., Samanta I., Pradhan S. Effect of black cumin seeds on growth performance, nutrient utilization, immunity, gut health and nitrogen excretion in broiler chickens. Journal of the Science of Food and Agriculture 2017; 97: 3742-3751.
- Laudadio V., Nasiri-Dehbaneh M., Bilal RM., Qotbi A., Javandel F., Ebrahimi A., Seidavi AR., Slozhenkina M., Gorlov I., Dunne P., Tufarelli, V. Effects of different levels of dietary black cumin (*Nigella sativa L.*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) and their combination on productive traits, selected blood constituents, microbiota and immunity of broilers. Animal Biotechnology 2020: 1-14.
- Mahdavi R., Heshmati J., Namazi N. Effects of black seeds (*Nigella sativa*) on male infertility: A systematic review. Journal of Herbal Medicine 2015; 5(3): 133-139.
- Mohammed ANA., Al-Suwaiegh SB. Effects of *Nigella sativa* on mammals' health and production. Advances in Animal and Veterinary Sciences 2016; 4(12): 630-636.
- NRC. Nutrient requirements of poultry. 9th Ed. National Academy Press. Washington. DC. 1994.
- Nasir Z., Grashorn MA. Effects of *Echinacea purpurea* and *Nigella sativa* supplementation on broiler performance, carcass and meat quality. J. Anim. Feed Sci. 2010; 19, 94-104.
- Naz H. *Nigella sativa*: The miraculous herb. Pak. J. Biochem. Mol. Biol. 2011; 244(1): 44-48.
- Prins SG., Brich L., Greene GL. Androgen receptor localization in different cell types of the adult rat prostate. Endocrinology 1991; 129, 3187-3199.
- Seidavi AR., Laudadio V., Khazaei R., Puvača N., Selvaggi M., Tufarelli V. Feeding of black cumin (*Nigella sativa L.*) and its effects on poultry production and health. World's Poult. Sci. J. 2020; 76(2): 346-357.
- Soğut H., Inci H., Ozdemir G. Effect of supplemented black seed (*Nigella sativa*) on growth performance and carcass characteristics of broilers. Journal Anim Vet Adv. 2012; 11: 2480-2484.
- SPSS. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, 24.0; IBM Corp: Armonk, NY, USA, 2016.
- Shokrollahi B., Sharifi B. Effect of *Nigella sativa* seeds on growth performance, blood parameters, carcass quality and antibody production in Japanese quails. J. Livestock Sci. 2018; 9, 56-64.

- Siddiqui MN., Islam MT., Sayed MA., Hossain MA. Effect of dietary supplementation of acetone extracts of *Nigella sativa* L. seeds on serum cholesterol and pathogenic intestinal bacterial count in broilers. *J. Anim. Plant Sci.* 2015; 25(2): 372-379.
- Talha EEA., Mohamed EA. Effect of supplementation of *Nigella sativa* seeds to the broiler chicks diet on the performance and carcass quality. *Int J Agric Sci.* 2010; 2: 9-13.
- Tufan T., Arslan A., Sarı M., Kaplan O. Japon bildircinlarının rasyonlarına çörek otu (*Nigella sativa* l.) tohumu veya çöre yağı ilavesinin besi performansı, karkas özellikleri ve bazı kan parametrelerine etkisi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 2015; 21(4): 596-599.
- Umar Z., Qureshi AS., Rehan S., Ijaz M., Faisal T., Umar S. Effects of oral administration of black seed (*Nigella sativa*) oil on histomorphometric dynamics of testes and testosterone profile in rabbits. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2017; 30(2): 531-536.
- Usta C., Algın AK. Kardiyovasküler hastalıklara çörekotu (*Nigella sativa*) ile fitoterapötik yaklaşım. *Ankara Akupunktur* 2016; 4, 15-21.
- Yüncü M., Şahin M., Bayat N., Sarı İ. Çörek otu yağının sıçan karaciğer gelişimine etkisi. *Gaziantep Medical Journal* 2013; 19(3): 180-184.

Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye

Bülent YANIKTEPE^{1*}, Tennur KISAKÜREK PARLAK², Osman KARA³

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 80010, Osmaniye

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Düziçi Meslek Yüksekokulu, 80600, Osmaniye

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 80010, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8958-4687>

²<https://orcid.org/0000-0002-9721-4528>

³<https://orcid.org/0000-0003-1501-677X>

*Sorumlu yazar: byaniktepe@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 18.07.2021

Kabul tarihi: 22.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Ekonomik büyüme

Enerji tüketimi

Nedensellik

ÖZET

Bir ülkenin yaşam standardı ve büyümesindeki yükseliş enerji tüketimini artırmakta ve tüketimin ihtiyacının artması da ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Her ülke kendi gelişmişliğine göre farklı tepkiler sergilese de çalışmalar enerji tüketimi ve ekonomik büyüme etkileşiminin oldukça kuvvetli olduğunu desteklemektedir. 1970-2015 dönemine ait enerji tüketimi verileri kullanılarak yapılan bu çalışmada, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ikilisi üzerine inceleme yapılmıştır. Bağımlı değişken, reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) ve bağımsız değişken enerji tüketimidir. Birim kök durumunun incelenmesi amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri uygulanmıştır. Birim kök analizinin ardından, değişkenlerin uzun dönemde dengeye gelip gelmediğini ortaya çıkartmak için Johansen eş bütünleşme testi yapılmıştır. Son adım olarak, model için değişkenler arasında eşbütünleşme bulduktan sonra nedensellik test edilmiştir. Yapılan nedensellik analiz sonucunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Relationship between Energy Consumption and Economic Growth: Turkey

Research Article

Article History:

Received: 18.07.2021

Accepted: 22.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Economic growth

Energy consumption

Causality

ABSTRACT

The rise in the living standard and growth of a country increases energy consumption, and the increase in consumption needs also affects economic growth. Although each country reacts differently according to its own development, studies support that the interaction of energy consumption and economic growth is quite strong. In this study, which was conducted using energy consumption data for the period 1970-2015, an examination was made on the couple of energy consumption and economic growth. The dependent variable is real Gross Domestic Product (GDP) and the independent variable is energy consumption. Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips Perron (PP) tests were applied to examine the unit root state. After the unit root analysis, Johansen cointegration test was performed to find out whether the variables are in equilibrium in the long run. As a final step, causality was tested after finding cointegration between the variables for the model. As a result of the causality analysis, it was found that there is a positive relationship between energy consumption and economic growth.

To Cite: Yaniktepe B., Parlak TK., Kara O. Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 452-465.

Giriş

Enerji; üretim sürecinden tüketime kadar etkin kullanılması gereken ve geçmişten günümüze hem bireyleri hem de toplumları ilgilendiren ve etkileyen bir ekonomik kaynak olarak etkisini sürdürmektedir. Geçmiş

dönemlerden bu yana çeşitli alanlarda var olan enerji, 19. yüzyılın ortalarında halkın ihtiyaçlarını karşılamaya yetmekteydi. Bu zaman diliminden sonra ortaya çıkan Petrol krizi hem siyasi olarak hem de ekonomik açıdan enerjinin çok önemli olduğunu göstermektedir. Hızla artan nüfus, sanayileşme ve kentleşmenin sonucu olarak artan enerji tüketimi nedeniyle enerji fiyatlarında artış yaşanmaktadır. Petrol ihraç eden ülkeler ile Amerika Birleşik Devletleri arasında yaşanan bu Petrol krizinin etkileri kısa sürede dikkat çekici olmuştur. Petrol fiyatlarının katlanarak artış göstermesi petrol ihraç eden ülkeleri siyasi, sosyal ve ekonomik olarak etkilemiştir (Korkmaz ve Develi, 2012).

Üretim faaliyetlerinde azalmalar ve maliyetlerde artışlar meydana gelmiş, bu durumlarda enerji tüketicilerini olumsuz etkilemiştir. 1973 Petrol Krizi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinde daralmalar yaşanmasına ve bunun sonucunda durgunluk dönemine neden olmuştur. Bu dönemden sonra ülkeler elinde olan konvansiyonel enerji kaynaklarını korumaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik tasarruf artırıcı bazı politikalara yer vermektedir (Öztürk ve Saygın, 2017).

Türkiye'yi ele aldığımızda enerji tüketiminde özellikle sanayi ve ulaşım sektörleri sıralamada önde yer almaktadır. Enerji tüketimimiz üretime göre artış göstermektedir. Bu bağlamda, enerjinin tüketim ile ekonomik göstergeler arasındaki nedenselliğinin yönü genel olarak Granger (Granger, 1969) nedenselliği ile açıklanmaya çalışılmaktadır. Granger'in geliştirmiş olduğu bu teknik sayesinde, Granger nedenselliği üzerine bu alandaki kaynaklar önemli derecede gelişmektedir. Uygulamalı araştırmalar için ise çalışmalarda, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ikilisi arasındaki nedensellik sorunu ele alınmaktadır.

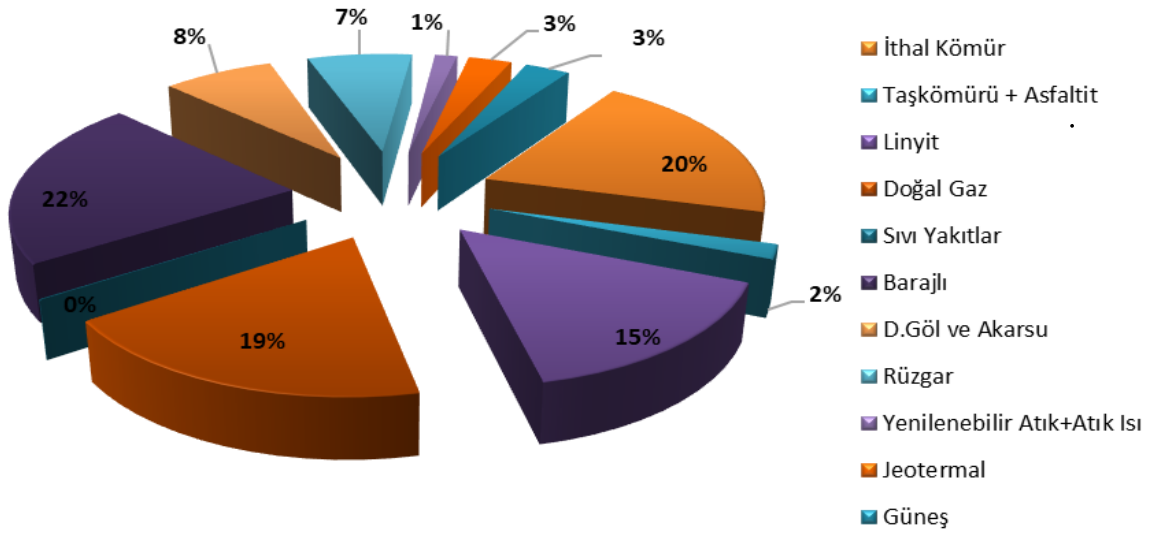
Literatürde bazı çalışmalarda, enerji tüketim değişkeninden ekonomik büyüme değişkenine doğru ya da ekonomik büyüme değişkeninden enerji tüketim değişkenine doğru çift yönlü bir bağ bulunurken (Shakeel ve ark., 2013), bazılarında ise tek yönlü bağ (Şengül ve Tuncer 2006; Yanar ve Kerimoğlu, 2011; Aslan, 2013; Pao ve ark., 2014; Bhattacharya ve ark., 2016), diğerlerinde (Yalta, 2011) ise herhangi bir yönde nedenselliğin olmadığı saptanmıştır. Araştırılan bu sonuçlar aynı ülkeler ve ele alınan zaman aralığında birbirine yakın girdi değerleri olmasına rağmen kullanılan tahmin yöntemlerine bağlı olarak değiştiği gözlemlenmektedir.

Gelişmiş olan ülkeler enerji kullanımında çeşitli enerji türlerine geçmeye başlamaktadır. Ülkenin içinde bulunduğu coğrafyası, nüfusu, kırsal kesim ile şehir merkezleri arasındaki nüfus dağılımı enerjinin tüketilmesini etkilemektedir. Bir ülkedeki gelir düzeyi, o ülkenin enerjiiyi talep etmesi ve bunun doğrultusunda enerji arzının sağlanmasında oldukça önemli bir unsurdur. Genel anlamda enerjinin tüketim değerleri ile ekonomik büyüme rakamları arasında çift taraflı bir ilişki vardır. Bir ülke için ekonomik büyümenin olması enerji tüketim rakamlarını artırmakta, enerji tüketim rakamları ise ekonomik büyümeyi etkilemektedir.

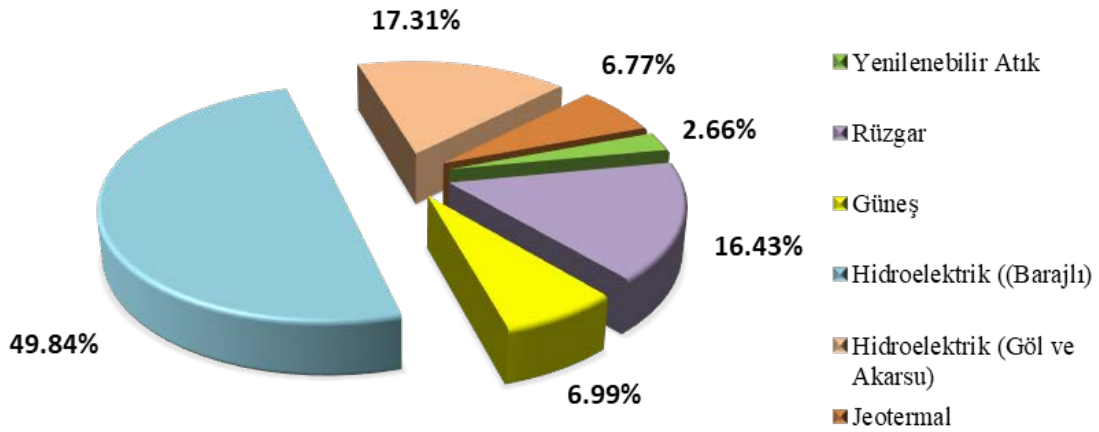
Türkiye'de Enerji Üretim-Tüketim Durumu

Türkiye'nin kurulu gücü, 2021 Nisan itibarıyla 97,3 GW'a ulaşmıştır. Şekil 1'de Elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımına baktığımızda; en çok payı %21,69 ile barajlı hidroelektrik santralleri ve sonrasında sırasıyla ithal kömür %19,87, doğal gaz %18,85, Linyit %15,42 almaktadır. Şekil 2'ye göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminde rüzgâr, güneş ve jeotermal enerjinin payları sırasıyla; %16,43, %6,99 ve %6,77'dir (TEİAŞ, 2021).

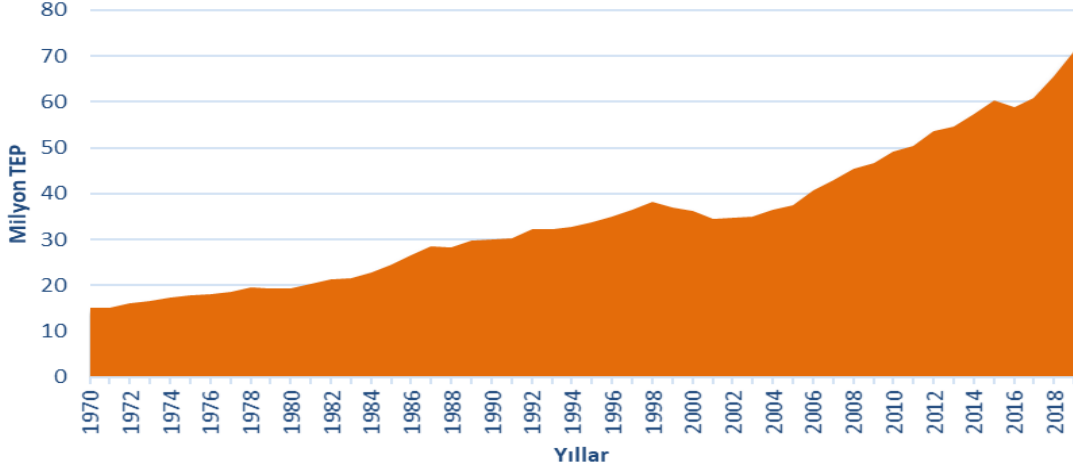
Enerjiye olan ihtiyaç, geçmişten günümüze artarak devam etmektedir. Şekil 3 ve 4'te görüldüğü üzere Türkiye'nin, 1990'dan bu yana genel itibariyle enerji tüketiminde artış sağladığı görülmektedir. Enerji tüketiminin artmasıyla birlikte enerji üretiminde de artış meydana gelmiştir ve bu değer 2018 yılında 65 Milyon TEP, 2019 yılında yaklaşık 70 Milyon TEP'tir. Toplam enerji tüketim değerine baktığımızda 1990'lı yıllardan günümüze artarak devam etmekte olup, 2018 yılında 150 Milyon TEP, 2019 yılında ise bu rakam 155 Milyon TEP'tir (Global energy statistical yearbook, 2020).



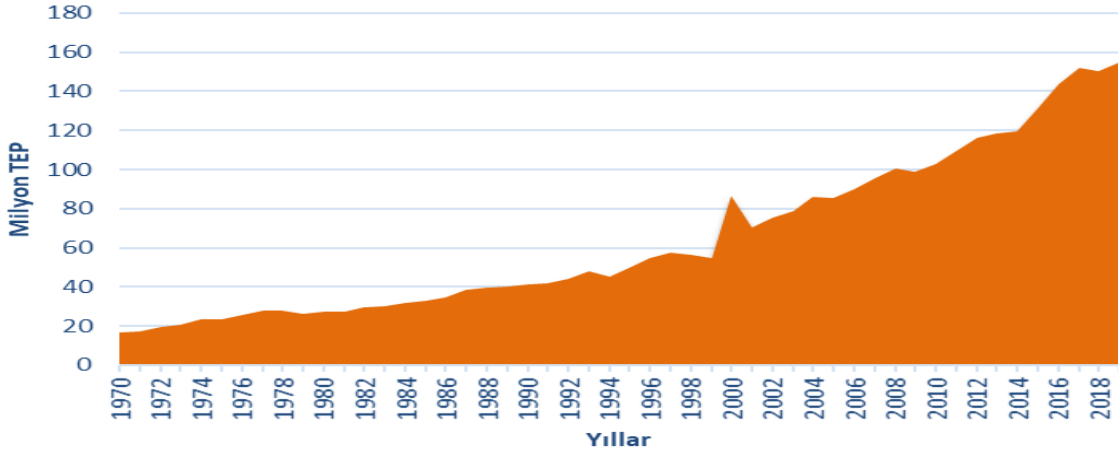
Şekil 1. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı



Şekil 2. Yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisinin sağlanması



Şekil 3. Yıllara Göre Türkiye Toplam Enerji Üretimi



Şekil 4. Türkiye 1990-2019 Yılları Arasında Toplam Enerji Tüketimi

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi değişkenlerinin incelenmesine ilişkin birçok araştırma yapıldığı, ilgili iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırılması dikkat çekmektedir. Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisinin araştırılmasına öncülük eden Kraft ve Kraft (1978), gerçekleştirmiş olduğu çalışmalarında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantının varlığının nasıl belirlendiğini açıklamışlardır.

Türkiye için 1960-2000 dönemi verilerini kullanarak (Şengül ve Tuncer, 2006) ticari enerji kullanımı, reel enerji fiyatları ve GSYH verileri arasındaki nedenselliği bulmaya çalışmışlardır. Yapılan birim kök testleri ve Granger nedensellik testi sonucunda ticari enerji kullanımından GSYH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuşlardır.

Demirbaş ve ark., (2009), Türkiye'ye ilişkin cari açık ve petrol fiyatlarını araştırmışlardır. 1984-2008 yıllık verileri doğrultusunda gerçekleştirilen analiz Augmented Dickey-Fuller (ADF), eş bütünleşme analizleri, Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ile sağlanmıştır. Petrol fiyatlarında ortaya çıkan yükselişin cari açığı artırdığı görülmüştür.

Tsani (2010), 1960-2006 yılları arasında Yunanistan için sektör bazlı enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerine çalışma yapmıştır. Yöntem olarak Granger nedensellik ve vektör hata düzeltme model analizini uygulamışlardır. Ulaşım ve sanayi sektörü yerleşik bölge enerji tüketim bazında araştırma yapmıştır. Türkiye'ye ilişkin yapılan başka bir çalışmada, 1950 ile 2006 zaman aralığında Türkiye ekonomisine ilişkin eşbütünleşme analizi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra istihdam rakamları da veri setine dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda enerji tüketimi ile GSYH arasında bir bağ tespit edilememiştir (Yalta, 2011).

Kerimoğlu ve ark., (2011), Türkiye için yapmış oldukları çalışmada 1975-2009 yılları zaman diliminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve cari açık ilişkisini incelemişlerdir. Cari açık ve enerji tüketiminin üzerinde nasıl bir etki gösterdiğini eş bütünleşme testi ve VECM kullanarak araştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru kuvvetli bir ilişki bulunurken cari açık ile büyüme arasında çift yönlü zayıf ilişki tespit etmişlerdir. Güney Asya ekonomileri için ele alınan bir çalışmada, 1980-2009 yılları arasındaki zaman veri setini kullanarak enerji tüketimi, reel GSYH ve ticaret değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla panel eş bütünleşme testine yer vermişlerdir. Çalışma sonucunda, kısa dönemde değişken olarak kullanılan enerji tüketimi ve reel GSYH değişkenine ilişkin çift taraflı fayda sağlandığına ulaşılmıştır. Uzun dönemde ise bu iki değişken arasında yine aynı sonuca ulaşılmıştır. İhracat değişkeninden enerji tüketimi değişkenine doğru tek taraflı nedenselliğe ulaşılmıştır (Shakeel ve ark., 2013).

OECD 22 ülke için en küçük kareler (EKK) ile dinamik EKK metotlarını uygulayarak enerji tüketim ve GSYH bağıntısını incelemiştir. Araştırmaya göre, enerji tüketim değişkeninden GSYH değişkenine doğru nedenselliğin yalnızca Portekiz ile İzlanda'da bulunduğunu fakat genel olarak GSYH'den enerji tüketimi değişkenine doğru oldukça anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Aslan, 2013). Brezilya için enerji tüketim değerleri ve ekonomik büyüme ilişkisini, 1980-2008 yıllarında dağılımını ele almışlardır (Pao ve ark., 2014). Enerji tüketim değerleri ile GSYH ilişkisinin pozitif yönlü olduğunu ve uzun dönem dengesinde enerji tüketim değerlerinden ekonomik büyümeye doğru yine pozitif bir etki olduğunu vurgulamışlardır.

Türkiye'ye ilişkin 1970-2014 yıllarını baz alarak enerji tüketim değişkeni ile GSYH bağıntısını incelemek adına eşbütünleşme analizi ve dinamik en küçük kareler metodunu kullanmışlardır (Gövdere ve Can, 2015). Araştırma sonucunda bu değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin mevcut olduğunu bulmuşlardır. Bhattacharya ve ark., (2016), 1991-2012 dönemi yılları aralığında, en çok yenilenebilir enerji tüketen 38 ülke için ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir. Sonuçlara göre seçilen ülkelerin yarısından fazlasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru pozitif bir etki tespit etmişlerdir.

Literatürde bulunan bazı çalışmalar, verilerin kapsadığı dönem, kullanılan değişkenler, kullanılan metot ve sonuçlar şeklinde kıyaslamalar Tablo 1'de yapılmıştır.

Tablo 1. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye ait bazı literatür çalışmalarının kıyaslanması

Yazar(lar)	Verilerin Kapsadığı Dönem	Kullanılan Değişkenler	Kullanılan Metot	Sonuçlar
Şengül ve Tuncer, 2006	1960-2000	<ul style="list-style-type: none">• Ticari Enerji Kullanımı• Reel Enerji Fiyatları• GSYH	<ul style="list-style-type: none">• Augmented Dickey Fuller Testi• Toda ve Yamamoto• Granger Nedensellik Analizi	Enerji kullanımından GSYH'ye tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir.
Demirbaş ark., 2009	1984-2008	<ul style="list-style-type: none">• Türkiye Petrol Fiyatları• Cari Açık	<ul style="list-style-type: none">• Augmented Dickey Fuller Testi• Eş bütünleşme testi• VECM	Türkiye petrol fiyatında artış olması cari açığın artmasına neden olduğu sonucunu bulmuşlardır.
Tsani, 2010	1960-2006	<ul style="list-style-type: none">• Ekonomik Büyüme• Enerji Tüketimi	<ul style="list-style-type: none">• Granger nedensellik analizi• Vektör otokorelasyon yöntemi	Toplam enerji tüketiminden reel GSYH'ye doğru nedensellik bulmuşlardır.
Yalta, 2011	1950-2006	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• GSYH	<ul style="list-style-type: none">• Eşbütünleşme testi	Enerji tüketimi ile GSYH arasında bir ilişki bulamamışlardır.
Kerimoğlu ark., 2011	1975-2009	<ul style="list-style-type: none">• Ekonomik büyüme• Enerji tüketimi• Cari açık	<ul style="list-style-type: none">• Eşbütünleşme testi• VECM	Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru kuvvetli bir ilişki bulunurken cari açık ile büyüme arasında çift yönlü zayıf ilişki tespit etmişlerdir.
Shakeel ve ark., 2013	1980-2009	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• Ticaret ve GSYH	<ul style="list-style-type: none">• Panel eşbütünleşme analizi	Enerji tüketimi ve reel GSYH değişkenine ilişkin çift taraflı fayda sağlandığına ulaşmıştır. Uzun dönemde ise bu iki değişken arasında yine aynı sonuca ulaşmıştır.
Aslan, 2013	1960-2005	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• Ekonomik Büyüme	<ul style="list-style-type: none">• Tam değiştirilmiş EKK yöntemi• Dinamik EKK yöntemi	Genel olarak ekonomik büyümenin enerji tüketimini kuvvetli, enerji tüketiminin ekonomik büyümeye olan ilişkisinin iki ülke için olduğunu saptamıştır.
Pao ve ark., 2014	1980-2008	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• Ekonomik Büyüme	<ul style="list-style-type: none">• Hata Düzeltme Modeli	Brezilya için enerji tüketim değerleri ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, enerji tüketim değerleri ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir tesir olduğunu ve uzun dönem dengesinde enerji tüketim değerlerinden ekonomik büyümeye doğru yine pozitif bir etki olduğunu vurgulamışlardır.
Gövdere ve Can, 2015	1970-2014	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• GSYH	<ul style="list-style-type: none">• Eşbütünleşme testi• Dinamik EKK yöntemi	Enerji tüketimi ve GSYH ikilisinde uzun dönemli bir ilişki bulmuşlardır.
Bhattacharya ve ark., 2016	1991-2012	<ul style="list-style-type: none">• Enerji Tüketimi• GSYH	<ul style="list-style-type: none">• Panel Birim Kök Testi• Panel Eşbütünleşme	Seçilmiş 38 ülkeden 23'ünde enerji tüketiminden GSYH'ye doğru bir pozitif etki olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada Türkiye ekonomisine ilişkin 1970-2015 dönemine ait yıllık enerji veri setleri kullanılarak reel GSYH ve enerji tüketimi üzerine inceleme yapılmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, teorik incelemelere ve çalışmanın amacına yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, analize dahil edilen iki değişkeni konu alan önceki çalışmalar bir araya getirilmiştir. Üçüncü bölümde, birim kök test sınamalarına, eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik test yöntemi uygulamasına yer verilmiştir. Çalışmanın dördüncü ve son kısmında ise en küçük kareler yöntemi kullanılarak model denklemi oluşturulmuştur. Ayrıca söz konusu değişkenlerin nedenselliği bulunarak sonuçları yorumlanmış, enerji kaynaklarının ekonomik büyümedeki yerine değinilmiş ve bazı politika önerilerine yer verilmiştir. Araştırma konusu değişkenler için literatür genelinde, enerji tüketimi olarak birincil enerji tüketim verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise birincil enerji tüketim verilerinin yanı sıra ikincil enerji tüketim verileri de veri setlerine dahil edilmiş ve 45 yıllık uzun bir dönem aralığı seçilerek araştırma yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada Türkiye ekonomisine ilişkin 1970-2015 dönemine ait yıllık veriler Dünya Bankası istatistik veri tabanı (Dünya istatistik veri tabanı, 2020) ve Türkiye Enerji Denge Tabloları'ndan (Türkiye enerji denge tabloları, 2019) temin edilmiş olup kullanılan değişken ve tanımları Tablo 2'de belirtilmektedir.

Reel GSYH 2010 yılı baz olarak seçilmiştir. Bağımsız değişken ise birincil ve ikincil enerji tüketimlerinin genel toplamı olacak şekilde ifade edilmektedir (TÜKETİM). GSYH, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) fiyatlarıyla "milyar \$", TÜKETİM ise "bin Ton Eşdeğer Petrol (TEP)" olarak alınmıştır.

Bu çalışmada durağanlığı araştırmak için Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi, Philips-Perron (PP) Birim Kök Testi, nedensellik ilişkisini belirlemek için ise Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır (Kısakürek, 2019).

Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Ekonometrik olarak araştırılan analizlerde kullanılan değişkenlerle ilgili kuvvetli ve mantıklı ilişkiler tespit edebilmek için bu değişkenleri oluşturan veri setlerinin durağan olup yani birim kök içermemesi şarttır (Kutlar, 2000).

Birim kökü test etmek için genel olarak Augmented Dickey Fuller (ADF) testi kullanılmaktadır (Dickey ve Fuller, 1979; Dickey ve Fuller, 1989).

$$V_t = \beta_0 + \beta_1 V_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta_{t-i} + Y_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem (1) ele alındığında Δ ; ele alınan değişken için fark, V_t ; ilgili değişkeni, m ; denkleme ilave edilen bağımlı değişken gecikmelerini β ve α ; parametreleri, Y_t ; gözlenen değişkeni, ε_t ise hata terimini temsil etmektedir. Genişletilmiş birim kök testi değişken katsayısı (δ)'nın sayısal olarak sıfır olup olmadığını ölçmektedir. Bu birim kök testi istatistik t değerinin MacKinnon (Mackinnon, 1996) kritik değeriyle olan kıyasına dayanmaktadır (Mucuk ve Uysal, 2009).

Tablo 2. Model Veri Setinde Kullanılan Değişkenler ve Tanımlamaları

Değişken	Tanımlama	Kaynak
LOGGSYH	Reel GSYH'nin logaritması	Dünya Bankası İstatistik Veri Tabanı
LOGTUKETİM	Toplam Enerji Tüketiminin Logaritması	Türkiye Enerji Denge Tabloları

Tablo 3'teki ADF (Dickey ve Fuller, 1979; Dickey ve Fuller, 1989) ve PP birim kök testi (Phillips ve Perron, 1988) neticesinde kullanılan değişken veri setlerinin düzey seviyede olasılık değerleri 0,01 ve 0,05'ten küçük olduğu için durağan olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, tüketim ve GSYH değişkenleri için sabitli, sabitli-trendli modellerde birinci derece fark işlemi sonrasında durağandırılar sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4'te kısıtlanmış eş bütünleşme testi sonuçları görülmektedir. Johansen (Johansen, 1988; Johansen, 1995) eşbütünleşme analizi sonucunda, iz değeri (25,88787) kritik değerden (15,49471) yüksek olması sebebiyle %1 (0,0010<0,01) anlamlılık düzeyinde anlamlıdır.

Philips-Perron (PP) Birim Kök Testi

Dickey-Fuller birim kök testinde rastgele hata değerlerinin sayımlama olarak normal dağılım gösterdiği, bağımsız, sabit bir ortalama ve bu ortalama etrafında dağılımı sabit olarak varsayılmaktadır.

P. Perron testi'nde (Perron, 1989) ise Dickey-Fuller testinde kabul edilen bu hata terimlerinin arasındaki hataların dağılımları ile alakalı yeni bir varsayımda bulunmaktadır (Dikmen, 2012).

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 T + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem (2-3) baz alınır, Y_t ; gözlenen değişkeni, T ; trendi, ε_t hata terimini, β ve δ simgeleri; parametreleri ifade etmektedir. PP testi'nin avantajı kullanıcının test regresyonu için bir gecikme uzunluğu belirtmek zorunda kalmamasıdır. δ katsayısının t istatistiği ile Mackinnon kritik değeri karşılaştırılır ve serinin durağanlık durumuna bakılır (Abdioğlu ve Terzi, 2009).

Granger Nedensellik Testi

Bir zaman serisindeki iki değişken arasındaki nedensellik araştırmasının bir yolu olarak, Granger (Granger, 1969) öncülüğünde geliştirilmiştir. Araştırmalarda kullanılan değişkenlere ilişkin bu değişkenler arasındaki nedensellik yönünü ortaya koymaktadır ve en çok uygulanan teknik türüdür.

Granger nedensellik testi için Denklem (4) ve Denklem (5) kullanılmaktadır.

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \pi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \lambda_i Y_{t-i} + \mu_t \quad (5)$$

α ile β katsayıları, sabit terimleri; Y_t ve X_t gözlenen değişkenleri; ε_t ve μ_t hata terimini; \emptyset , φ , δ , π ile λ sembolleri ise gecikmeli olarak elde edilen parametrelerin tahmin edilen katsayısını göstermektedir. Bunun yanı sıra p ile q katsayıları ise X serisi ile Y serisinin uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Bulgular ve Tartışma

Ekonomik büyüme göstergesi olan GSYH ham değerleri ile artan bir trend izlemektedir. Logaritmaları alınmış GSYH (loggsyh) değerleri, 1970-2015 yılları arasında artan bir trende sahiptir. Aynı şekilde, logaritması alınmış enerji tüketim değerleri de bu zaman döneminde artan bir trende sahip olduğu görünmektedir. İlgili değişkenlere birinci fark işlemi uygulandığında durağanlaşmıştır. Düzey seviyede (loggsyh ve logtuketim) ve fark işlemi uygulandığındaki değerler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3'teki ADF (Dickey ve Fuller, 1979; Dickey ve Fuller, 1989) ve PP (Phillips ve Perron, 1988) birim kök testi neticesinde kullanılan değişken veri setlerinin düzey seviyede olasılık değerleri 0,01 ve 0,05'ten küçük olduğu için durağan olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, tüketim ve GSYH değişkenleri için sabitli, sabitli-trendli modellerde birinci derece fark işlemi sonrasında durağandırılar sonucuna varılmıştır. Tablo 4'te kısıtlanmış eşbütünleşme testi sonuçları görülmektedir. Johansen (Johansen, 1988; Johansen, 1995) eşbütünleşme analizi sonucunda, iz değeri (25,88787) kritik değerden (15,49471) yüksek olması sebebiyle %1 (0,0010<0,01) anlamlılık düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3. ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

		ADF Testi		PP Testi		
		t istatistik değeri	Olasılık değeri	t istatistik değeri	Olasılık değeri	
LOGTUKETİM	Sabitli	Düzeyde	-0,466973	0,8877	-0,554077	0,8704
		1.fark	-7,299399	0,0000*	-13,23718	0,0000*
	Sabitli-Trendli	Düzeyde	-4,823774	0,0017*	-4,888347	0,0014*
		1.fark	-7,210958	0,0000*	-12,97876	0,0000*
LOGGSYH	Sabitli	Düzeyde	-0,315665	0,9147	0,115957	0,9635
		1.fark	-4,956588	0,0002*	-6,368712	0,0000*
	Sabitli-Trendli	Düzeyde	-2,008160	0,5808	-2,746307	0,2240
		1.fark	-4,896275	0,0014*	-6,310447	0,0000*

Tablo 4. Kısıtlanmış Eşbütünleşme Derecesi Testi (İz)

r	Özdeğer	İz İstatistiği	0.05 Kritik Değer	Olasılık Değeri**
0*	0,460093	25,88787	15,49471	0,0010
1	0,000920	0,000808	3,841466	0,9785

Not: İz testine göre; 0,05 seviyesinde bir tane eşbütünleşik denklemi (r) içerir.

* Hipotezin 0,05 seviyesinde reddedildiği anlamına gelir.

**MacKinnon-H.-Michelis(1999) olasılık değerleri.

Tablo 5. Hata Terimlerinin Durağanlığı

			t-istatistik	Olasılık*
Augmented Dickey Fuller Test istatistiği			-2,752272	0,0070
Kritik test değeri	% 1 seviyesinde		-2,617364	
	% 5 seviyesinde		-1,948313	
	% 10 seviyesinde		-1,612229	
* MacKinnon(1996) tek taraflı p-değerleri				
Değerler	Katsayı	Standart hata	t-istatistik	Olasılık*
HATATERİMLERİ(-1)	-0,289497	0,105185	-2,752272	0,0086
R ²	0,146849			
Düzeltilmiş R ²	0,146849			

Uzun dönemde Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi (LOGTUKETIM) ve GSYH (LOGGSYH) değişkenleri arasında eşbütünleşik bir ilişkinin varlığını mevcut kılmaktadır. Tablo 5'te hata terimlerinin durağanlığına baktığımızda düzey (level) ve sabitsiz trendsiz (none) modelde olasılık değeri 0,0070 olup 0,01 değerinden küçük olup %1 düzeyinde anlamlıdır.

Hata düzeltme modeline baktığımızda, hata düzeltme değerimizin katsayısı -1 ile 0 aralığında olmalıdır şartını sağlamaktadır. Hata terimi değeri olan -0,290634 değeri, kısa dönemde yaşanan şok etkisinden kaynaklı ortaya çıkan uzun dönem denge farkının yılda aşağı yukarı %29 oranda karşıladığını ifade etmektedir.

Tablo 6'da bağımlı değişken LOGGSYH için bağımsız değişken olan LOGTUKETIM in olasılık değeri 0'dır ve 0,05'ten küçüktür yani %5 düzeyinde anlamlıdır. Buradan tüketim değerleri gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH)'nın nedeni olduğu görülmektedir.

Bağımlı değişken LOGTUKETIM için bağımsız değişken olan LOGGSYH in olasılık değeri 0,2377 olup 0,05'ten büyük yani %5 düzeyinde anlamlı değildir. Bu durumda gayri safi yurt içi hasıla tüketimin bir nedeni olmadığını göstermektedir (Kısakürek, 2019).

Gerekli tahminleri yapabilmek için aşağıda Denklem 6'ya göre EViews programında modelleme (Denklem 7-8) kurulmuştur.

$$\beta_1 + \beta_2 \log(x_2) + \beta_x \log(x_3) + \dots + \beta_n \log(x_n) \quad (6)$$

$$\text{LOGGSYH} = C(1) + C(2) * \text{LOGTUKETIM} \quad (7)$$

$$\text{LOGGSYH} = 4,11166996863 + 0,603796781828 * \text{LOGTUKETIM} + 0,332218517987 * \text{LOGTUKETIM}(-1) \quad (8)$$

Modelde kullanılan değişkenlerden kimin regresyona ne kadar katkı sağladığını t-istatistik değeri ile anlaşılabilir. Mutlakça büyük olan t-istatistik değerine sahip parametre, analizde en büyük paya sahip olan değişkendir. Tablo 7'ye baktığımızda önem sırasına göre katsayıdan sonra sırasıyla tüketim değerleri ile bir önceki tüketim değerlerinin etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 6. Granger Nedensellik Test Sonuçları

Bağımlı değişken LOGGSYH			
Dışlanan	ki-kare	df	olasılık
LOGTUKETIM	29,26132	3	0,0000
All	29,26132	3	0,0000
Bağımlı değişken LOGTUKETIM			
Dışlanan	ki-kare	df	olasılık
LOGGSYH	4,229773	3	0,2377
All	4,229773	3	0,2377

Tablo 7. Topluştırılmış Denklemlerin Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi (EKK) Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	-4,111670	0,196808	-20,89179	0,0000
LOGTUKETIM	0,603797	0,126170	4,785575	0,0000
LOGTUKETIM(-1)	0,332219	0,125740	2,642111	0,0115
R ²	0,984357	Bağımlı değişkenin ortalaması		5,986657
Düzeltilmiş R ²	0,983612	Bağımlı değişkenin std. sapması		0,547453
Regresyonun Std.Hatası	0,070082	F-istatistik		1321,452
Hataların kareleri top.	0,206285	Olasılık (F-istatistik)		0,000000
Durbin-Watson ist.	1,871626			

Modelin tamamının anlamlılığı için F – testi = 1139,610, p-değeri = 0 < 0,05 olması nedeniyle H₀ reddedilecektir ayrıca sayısal olarak %5 seviyesinde modelimiz anlamlıdır yorumu yapabiliriz. Logtuketim 'in katsayısı = 0,603797, p-değeri = 0 < 0,05'tir ve yine H₀'ın reddedilmesi sonucunda istatistiksel oranda %5 seviyesinde parametre bir anlam ifade etmektedir.

Modelde kullanılan değişkenlerden regresyona ne kadar katkı sağladığı t-istatistik değerine bakılarak anlaşılmaktadır. Tablo 7'de mutlakça büyük olan t-istatistik değerine sahip parametre, analizde büyük etkiye sahiptir. Modelin olasılık değeri (F-istatistiği) 0,05'ten küçük olup %5 seviyesinde anlamlı olup, R² değeri 0,98'dir. Bu değere belirlilik katsayısı denilmektedir ve bağımlı değişkendeki değişimin bağımsız değişkeni ne kadar etkilediğini göstermektedir. R² regresyonda oldukça önemlidir ve değerinin 1'e yakın olması, bağımsız değişkenin modeldeki bağımlı değişkenin tamamına yakınına açıkladığı söylenebilir (Yavuz, 2009).

Sonuçlar

Çalışmada gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme sembolü olarak kullanılan reel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki mevcuttur. Enerji tüketimindeki 1 birimlik bir değişim ekonomik büyümede %0,60'lık değişim (artış-azalış) sağlamaktadır. Ayrıca, gerçekleştirilen Granger nedensellik testine göre, tüketim değerleri GSYH'nin nedeni olarak belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar (Şengül ve Tuncer, 2006; Tsani, 2010; Yanar ve Kerimoğlu, 2011; Pao ve ark., 2014 ve Bhattacharya ve ark., 2016) ile tutarlıdır. (Şengül ve Tuncer, 2006) ve (Yanar ve Kerimoğlu, 2011) Türkiye için enerji kullanımından GSYH'ye tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir. (Tsani, 2010), Yunanistan, Pao ve ark., (2014) Brezilya ve Bhattacharya ve ark., (2016) 23 ülke için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru işleyen tek yönlü nedensellik bulmuşlardır.

Bağımsız değişken olan enerji tüketiminin bağımlı değişken olan GSYH değişkenini açıklama gücü oldukça kuvvetlidir. Durbin-Watson değeri (1,87), 2'ye yakın olması otokorelasyonun olmadığını gösterir. Logaritması alınmış tüketimdeki yüzde birlik artış logaritması alınmış gayri safi yurtiçi hasıla R^2 değeri de regresyon analizinin başarı oranını göstermektedir. Bu kapsamda çalışmada kullanılan yöntemin R^2 değeri 0,98 bulunmuştur. Ekonomik büyüme ve enerji tüketim ilişkisi incelendiğinde, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki vardır.

Çalışmada elde edilen uzun dönemli denge ilişkisine göre, enerji tüketiminin iktisadi büyümede son derece etkili bir parametre olduğu görülmektedir. Enerji kullanımında büyük ölçüde dışa bağımlı olan Türkiye için enerji kaynakları çeşitlendirilmeli ve yenilenebilir enerjiye yatırımlar arttırılmalıdır; ülkedeki üretim çeşitliliğinin sağlanması ve arttırılması, iktisadi büyümenin devamı ve gerekli olan enerjinin sürekliliğiyle sağlanabilir. Ayrıca mevcut enerji tüketimi için verimlilik arttırıcı yollar aranmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından OKÜBAP-2019-PT3-014 Numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı OKÜBAP'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Abdioğlu Z., Terzi H. Enflasyon ve bütçe açıkları ilişkisi: Tanzi ve Patinkin etkisi. Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi 2009; 23(2): 195-211.
- Aslan A. Energy consumption and GDP: The strong relationship in OECD countries. Energy Sources 2013; 8(4): 339-345.
- Bhattacharya M., Paramati SR., Ozturk I., Bhattacharya S. The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. Applied Energy 2016; 162: 733-741.
- Demirbaş M., Türkay H., Türkoğlu M. Petrol fiyatlarındaki değişmelerin Türkiye'nin cari açığı üzerine etkisinin analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi 2009; 14(3): 289-299.
- Dickey D., Fuller WA. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association 1979; 74: 427-431.
- Dickey D., Fuller WA. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica 1989; 49: 1057-1072.
- Dikmen N. Ekonometri temel kavramlar ve uygulamalar. Bursa: Dora Basım Yayım Dağıtım; 2012.
- Dünya istatistik veri tabanı. <https://data.worldbank.org/country/turkey?locale=tr> (Erişim 15.08.2020).

- Global energy statistical yearbook 2020. <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (Erişim 15.01.2021).
- Granger CWJ. Investigating causal relations by econometric and cross- spectral method. *Econometrica* 1969; 37(3): 424-438.
- Gövdere B., Can M. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örnekleminde eşbütünleşme analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 2015; 1(2): 101-114.
- Johansen S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 1988; 12(2-3): 231-254.
- Johansen S. Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. New York: Oxford University Press; 1995.
- Kısakürek T. Türkiye için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin incelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:53, Osmaniye, Türkiye, 2019.
- Korkmaz Ö., Develi A. Türkiye’de birincil enerji kullanımı, üretimi ve gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2012; 27(2): 1-25.
- Kraft J., Kraft A. On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development* 1978; 3: 401-403.
- Kutlar A. Ekonometrik zaman serileri teori ve uygulama. Ankara: Gazi Kitabevi; 2000.
- Mackinnon JG. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics* 1996; 11: 601–618.
- Mucuk M., Uysal D. Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi* 2009; 157: 108-109.
- Öztürk S., Saygın S. 1973. Petrol krizinin ekonomiye etkileri ve stagflasyon olgusu. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* 2017; 6(12): 1-11.
- Pao HT., Li YY., Fu HC. Causality relationship between energy consumption and economic growth in Brazil. *Smart Grid and Renewable Energy* 2014; 5(8): 198-205.
- Perron P. The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica* 1989; 57(6): 1361-1401.
- Phillips PCB., Perron P. Testing for a unit root in time series regressions. *Biometrika* 1988; 75: 335-346.
- Shakeel M., Iqbal MM., Majeed MT. Energy consumption, trade and GDP: a case study of South Asian countries. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, 2013; 57677.
- Şengül S., Tuncer, İ. Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme:1960-2000. *İktisat İşletme ve Finans* 2006; 21(242): 69-80.
- TEİAŞ. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. Nisan 2021 kurulu güç raporu. <https://www.teias.gov.tr/TR/kurulu-guc-raporlari> (Erişim 11.05.2021).
- Tsani ZS. Energy consumption and economic growth: a causality analysis for Greece. *Energy Economics* 2010; 32: 582-590.

Türkiye enerji denge tabloları. <https://www.dunyaenerji.org.tr/turkiye-enerji-denge-tabloları/> (Erişim 05.07.2019).

Yalta AT. Analyzing energy consumption and GDP nexus using maximum entropy bootstrap: the case of Turkey. *Energy Economics* 2011; 33: 453-460.

Yanar, R., Kerimoğlu, G. Türkiye’de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi* 2011; 3(2): 191-201.

Quantification of the Impact of Land Use/Land Cover Changes on Ecosystem Services: A Case Study in Adana-Karaisalı

Gülay TOKGÖZ^{1*}, Nuriye SAY²

¹İskenderun Technical University Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, 31200, Hatay

²Çukurova University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, 01330, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-9527-9379>

²<https://orcid.org/0000-0003-2556-2002>

*Sorumlu yazar: gulay.tokgoz@iste.edu.tr

Research Article

Article History:

Received: 30.09.2021

Accepted: 23.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Ecosystem services

Land use and land cover

NDVI

Ecosystem services valuation

ABSTRACT

Global scale changes in land use affect biodiversity, global climate, and ecosystem services. Integrating a local and regional ecosystem service approach into plans and policies levels is essential for sustainable land management. In this study, land use/land cover differences in Adana-Karaisalı district of Turkey were investigated using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Landsat satellite images of the area from 2000 and 2016 were analyzed using ISODATA method and 16 land use were identified based on the third level of the CORINE classification framework. The results showed that the biggest changes occurred in agricultural areas, 2.57% decrease in non-irrigated arable land while a 7.14% increase was observed in permanently irrigated lands. In spite of the decrease in the number of inhabitants in the area, continuous urban fabric increased at the rate of 0.07% and 7.62% increase was observed in forest lands. The positive or negative effects of the identified changes on ecosystem services based on the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) framework were evaluated. In the case of Karaisalı, in spite of the decrease in water bodies and natural landscapes, it has been observed that increases in agricultural areas, forests, and artificial surfaces positively have affected ecosystem services valuation in the district.

Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Ekosistem Hizmetleri Üzerindeki Etkisinin Sayısallaştırılması: Adana-Karaisalı Örneği

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 30.09.2021

Kabul tarihi:23.10.2021

Online Yayınlanma:15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Ekosistem hizmetleri

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü

NDVI

Ekosistem hizmetleri değerlendirme

ÖZET

Arazi kullanımındaki küresel ölçekteki değişiklikler biyolojik çeşitliliği, küresel iklimi ve ekosistem hizmetlerini etkiler. Plan ve politikalara yerel ve bölgesel bir ekosistem hizmeti yaklaşımının entegre edilmesi, sürdürülebilir arazi yönetimi için esastır. Bu çalışmada, Türkiye'nin Adana-Karaisalı ilçesindeki arazi kullanımı/razi örtüsü farklılıkları Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) kullanılarak incelenmiştir. 2000 ve 2016 yıllarına ait LANDSAT uydu görüntüleri ISODATA yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve CORINE sınıflandırma çerçevesinin üçüncü düzeyine göre 16 arazi kullanımı tespit edilmiştir. Sonuçlar, en büyük değişimin tarım alanlarında meydana geldiğini, sulanmayan ekilebilir arazilerde %2,57'lik bir azalma, sürekli sulanan arazilerde ise %7,14'lük bir artış olduğunu göstermiştir. Bölgedeki nüfus azalmasına rağmen kesintisiz kentsel doku %0,07 oranında artmıştır ve ormanlık alanlarda %7,62 artış gözlenmiştir. Tespit edilen değişikliklerin, Ekosistem Hizmetleri Ortak Sınıflandırması (CICES) çerçevesine dayalı olarak olumlu veya olumsuz etkileri değerlendirilmiştir. Su kütleleri ve doğal peyzaj alanlarındaki azalmaya rağmen tarım alanlarındaki, ormanlardaki ve yapay yüzeylerdeki artışların ilçedeki ekosistem hizmetleri değerlemesini olumlu etkilediği belirlenmiştir.

To Cite: Tokgöz G., Say N. Quantification of the Impact of Land Use/Land Cover Changes on Ecosystem Services: A Case Study in Adana-Karaisalı. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 466-482.

Introduction

Changes in land cover and land use, which are caused by global environmental changes and human activity, significantly affect the energy balance of the world and biogeochemical cycles. While such changes can result in climate changes, they can also change terrain features and the provision of ecosystem services (Turner et al., 2007; Foley et al., 2005; Soley et al., 2016). Ecosystem Services (ES) have become a focal point of interest for environmental policies and actions in recent years, and started to be included in planning and policy making processes (Costanza et al., 1997). Lam and Conway (2008) conducted a case study in Ontario, Canada in order to describe how ecosystem services were incorporated in land use plans. This study revealed the significance of incorporating a working definition of ecosystem services in policy documents and adopting a broader focus on a greater variety of ecosystem services. He et al. (2018) studied on a guidance for land use decision makers to describe ecological restoration policies and optimize land use planning. Research on ecosystem services has increased since the Millennium Ecosystem Assessment in 2005 and ecosystem services assessment research and policy have grown as fields of study (MEA, 2005). The foundation of the Economics of Ecosystems and Biodiversity (2010) initiative and the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES, 2015) are global examples indicating the importance of this topic worldwide. Economic assessment of ecosystem services are becoming regular part of practice in ecological economics in order to develop the foundations of politic and planning decisions and create a deeper knowledgebase with regards to the importance of ES (Costanza, 2006; Costanza et al., 2012; Costanza et al., 2014). ES assessment research is a tool that can contribute to increasing awareness of the importance of ES (Costanza et al., 2014). Ecosystems, which consist of plant, animal, and micro-organism communities and unanimated environments all of which interact with each other as functional units both directly and indirectly, provide a wide array of services to human being including raw materials for food, fibre, and industry as well as water supplies (Costanza, 1997; MEA, 2005; Braat and Groot, 2012; Kindu et al., 2016; Li et al., 2017; Gashaw et al., 2018). According to Millennium Ecosystem Assessment report, 15 out of the 24 ecosystem services assessed were either broken down or disappeared, and that loss posed a direct threat to eco-security on the local and global scale (MEA, 2005). The fact that farming lands constitute 11% of global land areas and that pasture lands increased from 324 million hectares in year 1700 to 3,429 million hectares in year 2000. Pielke et al. (2011) shows the extent of the effect caused by human beings. Similarly, research underlined that changes in land use have a significant impact on an ecosystem's service providing capacity. Global land use changes between 1997 and 2011 are estimated to have costed 4.3 to 20.2 trillion US Dollars' worth of ES loss (Costanza et al., 2014). Understanding the link between ES and land use changes have resulted in increased interest among researchers and international groups for studying ecosystem restorations, management, and preservation (Quintas-Soriono et al., 2016). Nevertheless, in spite of the increased interest on studying ES, studies investigating this concept in relation to land use changes are still limited. The present study aimed to investigate the effects of LULC changes in Adana-Karaisalı district of Turkey on ecosystem services.

Main ecosystem services are diverse due to various kinds of land use (MEA, 2005; Baral et al., 2013). For example, while a forest ecosystem provides different services when compared to pasture or aquatic ecosystems, dense forests provide different ecosystem services in comparison to light forests (Anaya-

Romera et al., 2016; Tolessa et al., 2017). In other words, while timber production, carbon reserve, and water holding capacity is higher in forests when compared to wetlands, pasture and farm lands; provision of water and water regulation services are higher in wetlands in comparison to other kinds of land use. Pasture and farm lands, on the other hand, provide better services for food supply and feed manufacturing than other kinds of land use (Baral et al., 2013). LULC changes affect vegetation, anthropogenic factors, ecosystem type and state, and ecosystem service flow. Similarly, it has been found that changes in land use impact on main ecological processes such as energy exchange, soil erosion, water cycle, and biogeochemical cycles. Tang et al. (2014) examined the temporal variation in ecosystem services in response to land cover changes. This research study provided guidance for regional sustainable development. Srivastava et al. (2013) conducted a research study to determine the water quality status of the area and to describe its relation to seasonal variations in land use/land cover (LULC) changes. It is important to identify changes in LULC to manage ecosystems in an integrated manner in an effort to provide multiple services (Braat and Groot, 2012; Jacobs et al., 2016). Ecosystem services provided by a certain environment can be classified using various frameworks. Popular frameworks include Millennium Ecosystem Assessment, the Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010), and the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES, 2013).

According to MEA framework of classification, ecosystem services have four main categories (provisioning, regulating, supporting, and cultural services), CICES framework, on the other hand, includes three main classification categories; provisioning, regulating, and cultural services (MEA, 2005; Braat and Groot, 2012; Anaya-Romero et al., 2016; Kindu et al., 2016; Costanza et al., 2017). The present study benefitted from the CICES framework whilst relating ecosystem services to LULC. The development of remote sensing technologies facilitated the process of mapping and categorizing lands that have been changed as a result of human activity or natural causes. Changes in LULC are one of the most visible modifications of the terrestrial ecosystem by human beings. Such changes have significant impact on local, regional, and global environment (CICES, 2013). Studies to identify LULC are being conducted to develop farming economies, analyse changes in forest lands, manage natural resources, and support urban planning and archaeological research. Such studies utilize various methods and strategies to observe changes in LULC over time and one of the most commonly used methods is to compare classification results. This method compares results of satellite image classifications for different time periods and identifies land use changes (Kayman, 2015). Nevertheless, it is possible that the use of only satellite images has the potential to result in errors where surface objects cannot be distinguished from one another, thus, causing erroneous classifications. In addition to satellite images, surface characteristics can be used as auxiliary data in order to increase the distinguishability of the objects in images for a more reliable classification (Edunius et al., 2003; Wright and Gallant, 2007). One such commonly used method is the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) which allows differentiating vegetation on satellite images from other types of land cover. NDVI is defined as the division of the difference between near infrared (NIR) and visible red (RED) band on the electromagnetic spectrum (Gandhi, 2015).

NDVI data has been successfully used in various parts of the world by researchers especially for investigating and identifying vegetation changes in large areas of land. NDVI is more advantageous compared to traditional

methods due to lower costs and expeditious processing of data regarding vegetation change. More specifically, vegetation index values obtained from daily satellite data provides substantial advantages (Yang et al., 1997). In relation to this, Karabulut (2006) has investigated main vegetation changes in Turkey using NDVI. Similarly, Mermer et al. (2011) have analysed seasonal changes of pasture lands using NDVI. Such data can be used to calculate seasonal Leaf Area Index (LAI) and biomass which extent to covers land (Tucker et al., 1980). These parameters have been found to be associated with soil fertility, soil moisture, seed-time, and plant density (Teng, 1990). The present study has analysed multi-temporal NDVI data using VAST software and aimed to map temporal and spatial changes in Karaisalı's vegetation using VAST output (Yıldız et al., 2010). Likewise, Na et al. (2010) have classified Landsat TM images and integrated the main components of the NDVI output produced from those images into their study. They have concluded that the accuracy rate of their classification significantly increased as a result of using NDVI output. In addition, Xiaodong et al. (2009) have integrated auxiliary data such as elevation and soil type. Kumar et al. (2011) have taken many auxiliary data such as digital elevation model, elevation, aspect, NDVI, configuration, and contrast into consideration and noted that such auxiliary data positively affects the accuracy of classifications. Chen et al. (2005) have underlined the importance of satellite images for observing land cover change over time in large scale areas. They have developed a new method used images that date back to different times to accurately identify land cover change. This new method is simple, effective, and repeatable in producing data sets which could be compared radio metrically. When compared to other radiometric normalization methods, Chen et al. (2005)'s method is found to not require advanced programming or statistics knowledge; nevertheless, the method is able to produce detailed data that can be used to identify changes in land. Zhang and Li (2020) have researched the landscape, plant distribution and animal distribution in a constructed wetland of the Yellow River Basin. The study has revealed that the water body has the significant impact on landscape integrity.

Understanding the link between ES and land use changes has resulted in increased interest among researchers and international groups for studying ecosystem restorations, management, and preservation (Quintas-Soriono et al., 2016). Nevertheless, in spite of the increased interest on studying ES, the studies investigating this concept in relation to land use changes are still limited. Main ecosystem services are diverse due to various kinds of land use (MEA, 2005; Baral et al., 2013). For example, while a forest ecosystem provides different services when compared to pasture or aquatic ecosystems, dense forests provide different ecosystem services in comparison to light forests (Anaya-Romera et al., 2016; Tolessa et al., 2017). In other words, while timber production, carbon reserve, and water holding capacity is higher in forests when compared to wetlands, pasture and farm lands; provision of water and water regulation services are higher in wetlands in comparison to other kinds of land use. Pasture and farm lands, on the other hand, provide better services for food supply and feed manufacturing than other kinds of land use (Baral et al., 2013). The present study has aimed to investigate the effects of LULC changes in Adana-Karaisalı district of Turkey on ecosystem services.

Materials and Methods

Study Area

Karaisalı district, the study area in this research, is located at 37° 8' 00" N - 37° 28' 00" N latitude and 34° 55' 00" E - 35° 25' 00" E longitude (Fig. 1). The district is placed on the north of Adana Province of Turkey and south edges of Toros Mountains. The land consists of mountainous, rugged, and flat areas. Çatalan and Nergizlik dams located in the area are sources of drinking water for the district (Anonymous, 2016a). Located in the Mediterranean Region, summers are hot and dry and winters are mild and rainy in the district. Rainfall generally occurs in the form of orographic rain or when two air masses meet. Average annual rainfall is 917 mm. The air is hot and humid especially during summer. 38-year average annual heat of the district is 18.3 °C (Anonymous, 2016b). Located in the flora zone of Eastern Mediterranean, the vegetation of the district includes xerophilous trees and bushes which have hard green leaves year around (Yılmaz, 1996). *Pinus brutia* also known as *Turkish pine* is the signature plant of the region. *Pinus brutia* forests, maquis, and herbaceous plants constitute the vegetation of the district. The district which consists of a total of 62 neighbourhoods had a population of 60.601 in 1985; however, the population of the district decreased over time and the census data for 2016 indicated that there were 21.250 people residing in Karaisalı (TUIK, 2016). Most of the residents makes their living from farming and animal rearing activities.

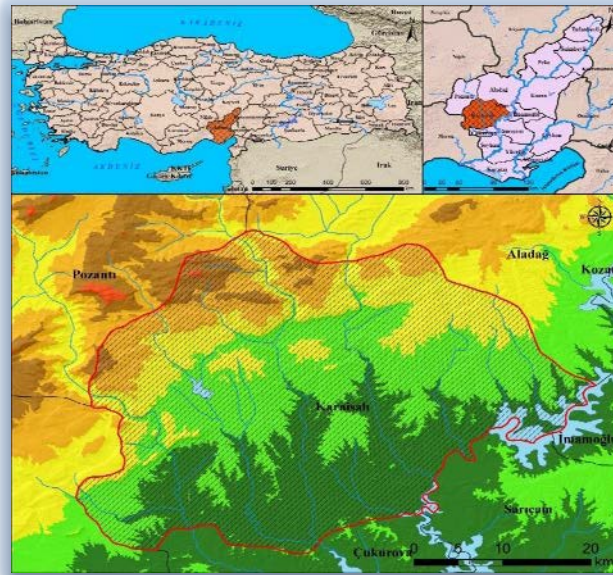


Figure 1. Study area location map

Methods

The proper land use requires taking into consideration of various characteristics, such as topography (i.e. elevation, aspect, and land forms), main materials and soil. The suitability of a piece of land to be used as farming land or forest depends on which activity (i.e. farming) would generate the maximum efficiency on that particular land. Answering questions such as which areas can be used as farms, pastures, forests, settlements, or industrial areas is possible by accurate classification and use of lands. Appropriate use of land

requires revealing the natural potential of the land and administering feasibility analyses which can be realized through quantitative analysis of components in the environment. Software which has been developed using computer and satellite technologies (specifically Geographic Information Systems), based on quantitative data, facilitates the process of revealing land potential, administering feasibility analysis for land use, and observing changes in a specific area (Pektezel and Ateş, 2016).

Because of being close to Adana city centre and having high natural potential, Karaisalı district has been one of the districts which are prioritized for development. In line with this, Landsat 7 ETM images of Karaisalı from 2000 and Landsat 8 OLI images from 2016, which were provided by United States Geological Survey were used in order to create a classification map of Karaisalı, identify the changes that took place over time, and determine areas important for ecosystem services. For the consistency of the classification, attention was paid to ensure that reflection values and dates on which pictures were taken were close to each other. Images in the study were atmospherically corrected and ISODATA method was utilized to perform unsupervised classification. ISODATA is Iterative Self-organizing Data Analysis Technique, which is an iterative self-organizing data analysis technology (Zhao and Zhou, 2016). The ISODATA method is based on the minimum distance center method object meta-clustering. Method can select the initial class clustering center according to certain principles, and then calculate the standard deviation of each cluster and the distance between each class center. The smaller the distance, the larger the similarity, the easier it is to belong to the same class. If the cluster standard deviation deviation is greater than the defined threshold, the split is selected. If the class spacing is less than the defined threshold, then merge. The cluster center is continuously calculated and iterated until the average class spacing is less than the defined threshold or the average of the two iterative process class spacings is less than the threshold (Li et al., 2020). Unsupervised classification which works on the principle of minimum distance is an automatic classification method and is carried out based on the statistical groups of the models that are created by reflected values. In this study land cover classification was completed using ERDAS 9.1 and ArcGIS 10.4.1 software and land cover changes were identified. Following classification, change analyses were carried out and changes between land categories were determined and interpreted. NDVI values and land use maps that were generated were utilized as auxiliary data in order to identify changes in the area.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is a method that is used to determine whether a given area has vitality or not by using near infrared (NIR) and visible red (RED) bands of the electromagnetic spectrum. NDVI is generally directly proportional to surface cover, plant photosynthesis activity, surface water, biomass, and leaf area index (LAI) percentages (Rouse et al., 1973). Healthy vegetation reflects most of the near infrared light that falls onto it and absorbs visible light. Sparse vegetation, on the other hand, reflects more RED and less NIR, and bare soil moderately reflects both NIR and RED parts of the electromagnetic spectrum. Plants' behaviour in the electromagnetic spectrum can be obtained using Landsat bands and this way NDVI values can be calculated. The higher the reflection differences between NIR and RED, the greater the amount of green vegetation in the observed area. NDVI value is calculated by dividing the difference between NIR and RED values to the addition of NIR and RED (Osunmedewa et al., 1973). Theoretically, NDVI is a value between -1 and +1.

Results

Land use/land cover classification

The “Coordination of information on the environment” (CORINE) is an inventory of European land cover split into 44 different land cover classes (Url 1). The CORINE Land Cover (CLC) inventory was initiated in 1985 to standardize data collection on land in Europe to support environmental policy development. The project is coordinated by the European Environment Agency (EEA) in the frame of the EU Copernicus programme and implemented by national teams. The number of participating countries has increased over time currently including 33 (EEA) member countries and six cooperating countries (EEA39) with a total area of over 5.8 Mkm² (Url 2).

The land use/land cover (LULC) maps of Karaisalı created in line with the CORINE classification system and belonging to 2000 and 2016 are presented in Figure 2 and Figure 3. Changes detected based on these maps are summarized in Table 1. The accuracy rate of the satellite map classification produced in the present study was calculated as 81.20% and accuracy rate calculations are detailed in Table 2. The results suggested that the most significant changes took place in agricultural areas. While non-irrigated arable land areas decreased 2.57% over the course of 16 years, the area of permanently irrigated farming increased 7.14%. In spite of the decline of population in the district, continuous urban fabric increased 0.07%. The decline in pasture land area in this district where animal rearing is important- is notable. Nevertheless, forestation activities in the district resulted in significant increases in forest lands. The results generated based on the classification of satellite images from 2016 indicated that agricultural areas (both non irrigated arable land and permanently irrigated land) covered an area of 1.941.92 hectares, and natural lands and forests covered an area of 80.803.29 hectares (Tokgöz, 2018).

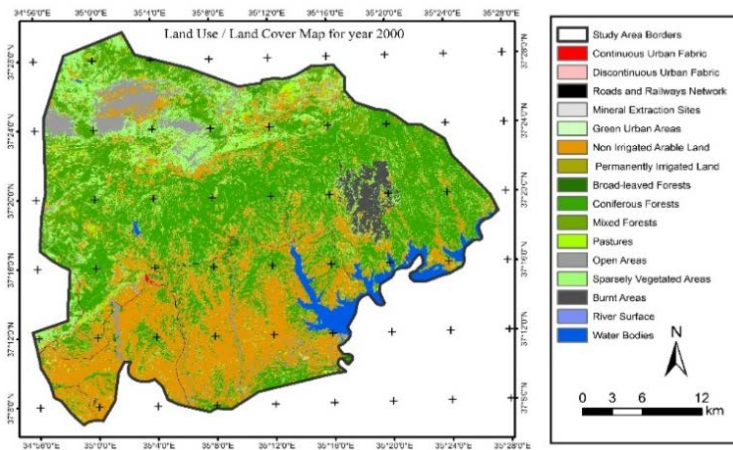


Figure 2. Land Use/Land Cover for 2000 (Tokgöz, 2018)

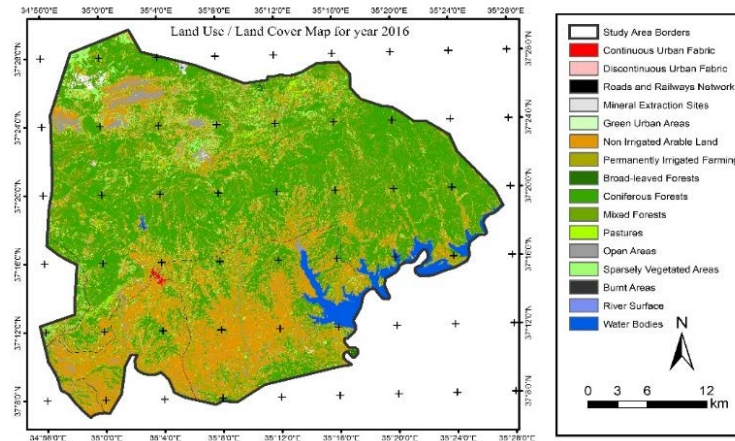


Figure 3. Land Use / Land Cover for 2016 (Tokgöz, 2018)

Table.1. Land use/land cover changes between 2000 and 2016 (Tokgöz, 2018)

1 st Level	CORINE Land Cover Code	3 rd Level	Year 2000 Size (ha)	Size (%)	Year 2016 Size (ha)	Size (%)	Amount of changed land (%)
1.Artificial Surfaces	1.1.1	Continuous Urban Fabric	30.85	0.02	103.81	0.08	0.06
	1.1.2	Discontinuous Urban Fabric	18.95	0.01	19.41	0.02	0.01
	1.2.2	Roads and Railways Networks	280.02	0.22	263.83	0.21	-0.01
	1.3.1	Mineral Extraction Sites	13.83	0.01	140.92	0.11	0.10
2.Agricultural Areas	1.4.1	Green Urban Areas	11.35	0.01	31.06	0.02	0.01
	2.1.1	Non – irrigated Arable Land	34.870.37	27.41	31.591.65	24.84	-2.57
	2.1.2	Permanently - irrigated Land	1.269.45	1.00	10.350.27	8.14	7.14
3.Forest /Seminatural Areas	3.1.1	Broad-leaved Forests	423.68	0.33	108.96	0.09	-0.24
	3.1.2	Coniferous Forests	37.052.99	29.13	43.690.44	34.35	5.22
	3.1.3	Mixed Forests	17.486.73	13.75	20.843.80	16.39	2.64
	3.3.3	Sparsely Vegetated Areas	21.730.29	17.08	11.738.02	9.23	-7.85
	3.3.4	Burnt Areas	2.658.91	2.09	219.25	0.17	-1.92
4.Natural Areas/Wetlands	4.1.1	Pastures	1.012.90	0.80	768.48	0.60	-0.20
	4.1.2	Open Areas	6.156.77	4.84	3.434.34	2.70	-2.14
5. Water Bodies	5.1.1	River Surface	146.52	0.12	3.633.95	2.86	2.74
	5.1.2	Water Bodies	4.033.65	3.17	259.07	0.20	-2.97
TOTAL			127,197.26	100.00	127,197.26	100.00	0.00

Table 2. Accuracy Rate of the 2016 Satellite Image Classification (Tokgöz, 2018)

Classification Type	Total Number of References	Total Number of Classified Data	Number of “Correct” Matches	Producer Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Continuous Urban Fabric	4	10	8	100.00	80.00
Discontinuous Urban Fabric	8	10	8	100.00	80.00
Roads and Railways Network	8	10	7	75.00	60.00
Mineral Extraction Sites	15	15	15	100.00	100.00
Green Urban Areas	15	12	9	60.00	75.00
Non -irrigated Arable Land	26	22	16	61.54	72.73
Permanently -irrigated Land	15	21	15	100.00	80.00
Broad-leaved Forests	8	10	8	100.00	80.00
Coniferous Forests	61	42	39	76.47	92.86
Mixed Forests	22	18	16	72.73	88.89
Pastures	10	10	10	100.00	100.00
Open Areas	5	6	5	100.00	83.33
Sparsely Vegetated Areas	14	14	12	85.71	85.71
River Surface	12	15	12	100.00	80.00
Water Bodies	18	18	18	100.00	100.00
Total	250	239	203		
Total Accuracy Rate (KAPPA) (%) =81.2					

As can be seen in Figure 4, NDVI values are closer to +1 in areas where there is a healthy vegetation, and they drop and get closer to -1 in areas such as water surfaces, bare soil, and settlements. The comparison of NDVI values for 2000 and 2016 suggests that vegetation in the area has increased over the course of 16 years. While NDVI can be used as an indicator of relativistic biomass, leaf area index (LAI), and vegetation (Zhang et al., 2007). It has also been associated with functional characteristics such as primary production and carbon offset in a number of studies (Hueta et al., 2002) and has been considered as an important characteristic of ecosystem service analysis (Rocez-Diaz et al., 2014). Therefore, it is assumed that there is a linear relationship between ecosystem service value and NDVI (Wang et al., 2015). In line with CICES classification, ecosystem services identified in this study have been classified under three main headings and a total of 31 sub-categories, and these categories have been associated with LULC categories (Table 3).

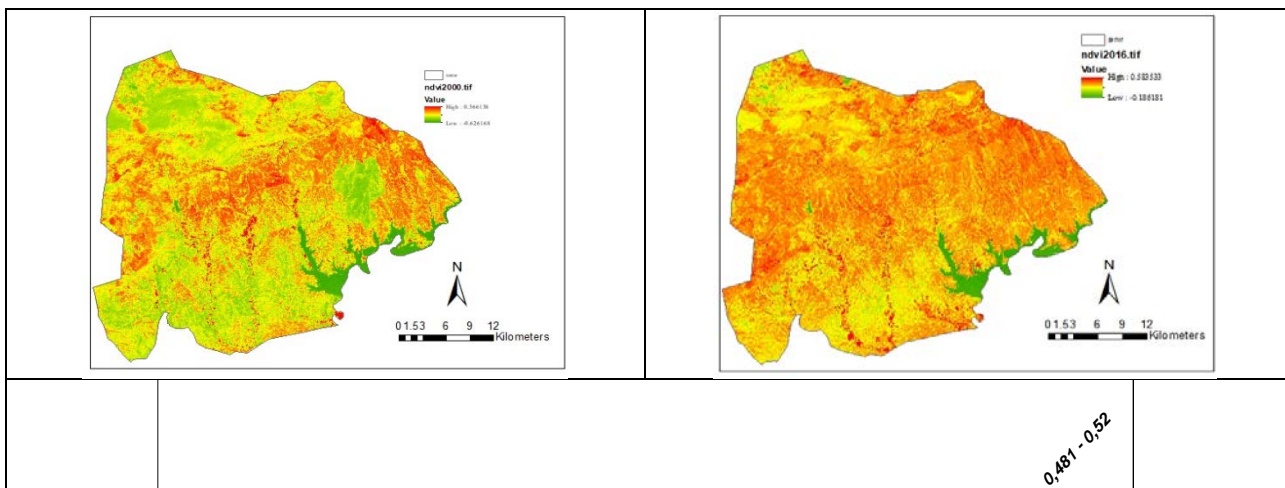


Figure 4. NDVI values for 2000 and 2016 (Tokgöz, 2018)

There are various direct and indirect methods to value ecosystem services which have their own strengths and weaknesses and require time and resources (De Groot et al., 2002; Farber et al., 2006; Msofe et al., 2020). The present study utilized the benefit transfer method in order to transfer the worth of ecosystem services to LULC. Benefit transfer method is a method used to estimate ecosystem services values when an original valuation study is not available for a specific location or context (Coztanza, 1997; Kubiszewski et al., 2013). Two kinds of ecosystem services valuation (ESV) coefficients have been used for LULC categories. The first kind of coefficients is the one that has been used as a reference point in many studies and treated as global ecosystem coefficients by Costanza et al. (1997). And the second kind of coefficients includes the values that have been obtained from the Economics of Ecosystems Biodiversity (TEEB) valuation data base and the study reported by Sharma et al. (2019). LULC data were evaluated in a geographic information systems (GIS) environment and land use for biome types in 2000 and 2016 was calculated in hectares (ha). Value coefficients were calculated for each LULC category based on global coefficients used by Costanza et al. (1997) and coefficients modified by Sharma et al. (2019) and TEEB (2010), (Table 3 and Table 4). Afterwards, each land cover's use category (in hectares) was multiplied with related coefficient values in order to identify total ESV (Sharma et al., 2019). Lastly, changes in ecosystem services values were calculated by subtracting ESV values for 2016 from ESV values for 2000 in each use category. While positive figures indicate an increase in total value, negative figures indicate a decrease.

Table. 3 Estimated Ecosystem Service Valuations Based on Land Use/ Land Cover and Ecosystem Service Types (in US Dollars/Hectares/Year)

	Ecosystem Service Type	Artificial Surfaces	Agricultural Areas	Forests	Natural Areas	Water Bodies
	Regulation and Maintenance Services					
1.	Global Climate Regulation	1	4	91	0	0
2.	Local Climate Regulation	1	4	104	0	0
3.	Air Quality Regulation	1	4	54	7	0
4.	Water Flow Regulation	1	3	34	2	0
5.	Water Purification	0	1	14	2	378
6.	Food Regulation	0	6	2	0	0
7.	Erosion Control	0	2	36	22	0
8.	Natural Risk Reduction	0	0	12	0	0
9.	Pollination	1	8	33	24	0
1.	Pest and Disease Control	1	2	0	23	0
11.	Mediation of Wastes	0	1	65	87	81
	Provisioning Services					
12.	Crops	1	15	7	5	50
13.	Energy and biomass	1	4	24	12	0
14.	Feed	0	8	2	25	0
15.	Husbandry	0		0	29	0
16.	Fibre	0	2	16	0	0
17.	Timber	0	0	174	0	0
18.	Wood	0	0	141		0
19.	Fish, seafood, algae	0	0	0	0	0
20.	Aquaculture	0	0	0	0	0
21.	Wild Food Sources	0	6	15	0	0
22.	Biochemicals and Medicine	0	2	6	0	0
23.	Fresh Water	0	1	8	0	1872
24.	Mineral Resources	2	1	0	1	0
25.	Abiotic Energy Resources	1	1	0	3	0
	Cultural Services					
26.	Recreation and sense of space	2	1	9	2	318
27.	Landscape Aesthetics and Inspiration	2	2	4	0	0

28	Information Systems	1	1	5	0	0
29	Spiritual and Ethical Values	2	1	5	0	0
30	Natural Heritage and Species Diversity	2	4	8	0	0
31	Cultural Heritage and Cultural Diversity	2	2	2	0	0
Total ESV Dispersion:		: 22	92	1871	244	2699

Table 4. LULC Categories and Their ESV Which Correspond to Values in Study (Foley et al., 2005)

Corine Land Cover 1 st Level	Land Cover Category	Equivalent Biome Type	Total Ecosystem Service Value (in US Dollars/ ha/ year)	
			Costanza et al. (1997)	Adapted TEEB (2010); Sharma et al. (2019)
1.	Artificial Surfaces	Urban areas, Mine Mineral Extraction Sites, Roads and Railways	22	22
2.	Agricultural Areas	Non-irrigated and Permanently-irrigated Lands	92	92
3.	Forests and Seminatural Areas	Broad-leaved, Coniferous Forest, and Mixed Forests	2007	1871
4.	Natural Areas	Pastures and Sparsely Vegetated Areas	232	244
5.	Water Bodies	River Surfaces and Water Bodies	8498	2699

Estimation of Ecosystem Services Values and Changes

The total ESV was calculated using the following formula:

$$ESV = \sum (A_k \times V_k)$$

ESV is the total ecosystem service value; A_k is the area in ha, and V_k is the value coefficient (US\$ ha yr⁻¹) for land-use category k (Kindu et al., 2016; Gashaw et al., 2018)

Table 5. ESV values for 2000-2016 in each use category

Corine Land Cover 1 st Level	Land Cover Category	ESV(Annual in Million US Dollars)		Change (Annual in US Dollars)
		2000 (approximately)	2016 (approximately)	
1.	Artificial Surfaces	7810	12298	4488
2.	Agricultural Areas	3325	3859	534
3.	Forests and Semi-natural Areas	47873	56304	8431
4.	Natural Areas	7700	3943	-3757
5.	Water Mass	11282	10507	-775
Total ESV		77990	86911	8921

Conclusions

Detecting environmental changes using two or more satellite images of a specific geographical location or area taken at different points in time is one of the methods currently available to determine changes in land use and land cover (LULC). Such data are successfully used in various practices such as monitoring urban areas, agricultural development, and forest management. The present study investigated LULC changes between 2000 and 2016 in the Karaisalı district of Adana Province in Turkey using remote sensing and geographic information systems (GIS) technologies. Landsat images were used to conduct analyses. The analyses were conducted using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) which is one of the seven spectral indices that are commonly used to monitor and detect LULC changes. NDVI data and land changes were used together in order to understand ecological processes and activities in the study area over the course of 16 years (2000-2016). A total of 16 categories related to LULC was identified using the third level of the CORINE framework. ISODATA method was utilized in the present study and the Kappa statistic of the method indicated an 81.20% accuracy rate. The results suggested that sparsely vegetated areas, open areas, and burned areas decreased over the course of 16 years and farming areas and forests increased. NDVI maps for 2000 and 2016, generated in the light of the data, indicated that plant activity increased positively during the 16-year period. Forestation and irrigated farming activities contributed to this increase. The analyses also suggested that Karaisalı, a district prioritized for rural development, has natural potential for many activities such as farming, animal rearing, water sports, and eco tourism. In line with population growth, man-made changes constitute a considerable amount of LULC changes in regional environment and ecosystem services. However, awareness of ecosystem services at local and regional levels can be used as a supporting tool for stakeholders to manage sustainable land use (Anna et al., 2011). Estimated ecosystem services value (ESV) based on the analysis of the data generated taking LULC changes into account indicate that total ESV value for 2016 is higher than 2000. This is also an indicator of how temporal and spatial scale changes impact upon ecosystem services. In spite of the decrease in water mass and natural areas in 2016, it has been observed that increases in farming areas, forests, and artificial surfaces when compared to 2000 have resulted in 8,921 million US Dollars' worth of total ESV increase. Forests and water mass per hectare create a high ESV. Thus, changing LULC of a particular area whilst preserving its forests and water sources is critical to prevent ESV losses. In addition, loss of farming lands is considered as an emerging threat to food security especially in areas that are being rapidly settled. Therefore, ensuring that lands are used in line with their characteristics becomes critical to provide optimal ecosystem services in a given area. Estimated total ESV found in the present study can be used to communicate the benefits of Karaisalı ecosystems to national and international stakeholders as well as provide an opportunity for further analysis. There are various direct and indirect methods in order to increase the accuracy of ESV estimations. However, those require time and resources. Since the present study is based on a basic benefit transfer method and the values found are estimate values, a planning and management of ecosystem services would require a further and more detailed analysis of Karaisalı district. Sustainability of farming lands, forests, and water sources require innovative policy solutions. The present study can serve as an important source of information for future research and policy making and also provide an opportunity to compare values generated

in different ecosystems. Moreover, it is important that local authorities include the concept of ecosystem services concept in their plans and policies as a strategy to protect ecosystems and improve sources of income.

Statement of Conflict of Interest

The authors of the article declare that there is no conflict of interest.

Author's Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Anaya-Romero M., Muñoz-Rojas M., Ibáñez B., Marañón T. Evaluation of forest ecosystem services in Mediterranean areas. A regional case study in South Spain. *Ecosystem Services* 2016; 20: 82–90.
- Anna H., Sabine S., Thomas W. The concept of ecosystem services regarding landscape research, *Living Rev Landscape Res.* 2011; 5: 1.
- Anonymous. Republic of Turkey Ministry of Forest and Water Affairs, 2016a.
- Anonymous. Karaisalı Mayorship, 2016b.
- Baral H., Keenan RJ., Fox JC., Stork NE., Kasel S. Spatial assessment of ecosystem goods and services in complex production landscapes: A case study from south-eastern Australia. *Ecol Complex* 2013; 13: 35–45.
- Braat L., de Groot R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services* 2012; 1: 4–15.
- Chen X., Vierling L., Deering DA. simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. *Remote Sensing of Environment* 2005; 98: 63-79.
- CICES. (Common International Classification of Ecosystem Services) Towards a common international classification of ecosystem services 2013.
- Costanza R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill RV., Paruele J., Raskin RG., Sutton P., Van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 1997; 387: 253–260.
- Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 2017; 28: 1–16.
- Costanza R., de Groot R., Sutton P., Van der Ploeg S., Anderson S., Kubiszewski I., Farber S., Turner R. Changes in the global value of ecosystem services. *Glob. Environ. Chang.* 2014; 26: 152-158.
- Costanza R., Quatrini S., Øystese S. The valuation of nature and ecosystem services is not privatization. *Climate Home News* 2012.
- Costanza R. Nature: Ecosystems without commodifying them. *Nature* 2006; 443: 749.
- De Groot, RS., Wilson MA., Boumans RMJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics*, 2002; 41: 393-408.

- Edenius L., Vencatasawmy CP., Sandstrom P., Dahlberg U., Combining satellite imagery and ancillary data to map snowbed vegetation important to reindeer Rangifer tarandus. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 2003; 35(2): 150-157.
- Farber S., Costanza R., Childers DL., Erickson J., Gross K., Grove M., Hopkinson CS., Kahn J., Pincetl S., Troy A. Linking ecology and economics for ecosystem management. *AIBS Bull.* 2006; 56: 121-133.
- Foley JA. et al. Global consequences of land use. *Science* 2005; 309: 570–574.
- Gandhi GM., Parthiban S., Thummalu N., Christy A. Vegetation change detection using remote sensing and gis –A case Study of Vellore District. *Procedia. Computer Science* 2015; 57: 119-121.
- Gashaw T., Tulu T., Argav T., Worqlul WA., Tolessa T., Kindu M. Estimating the impacts of land use/land cover changes on Ecosystem Service Values: The case of the Andassa watershed in the Upper Blue Nile basin of Ethiopia. *Ecosystem Services* 2018; 31: 219-228.
- He J., Shi X., Fu Y., Yuan Y. Evaluation and simulation of the impact of land use change on ecosystem services trade-offs in ecological restoration areas, China, *Land Use Policy* 2020; 99: 105020
- Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez EP., Gao X., Ferreira LG. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sens. Environ.* 2002; 83: 195-213.
- IPBES. Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (<http://www.ipbes.net>) accessed 12 December 2015.
- Jacobs S., Dendoncker N., Martín-lópez B., Nicholas D., Gomez-baggethun E., Boeraeve F., McGrath FL., Vierikko K., Geneletti D., Sevecke KJ., Pipart N., Primmar E., Mederly P., Schmidh S., Aragao A., Baral H., Bark RH., Briceno T., Brogna D., Cabral P., Vreese RD., Liqueste C., Muller H., Peh KSH., Phelan A., Rincon AR., Rogers SH., Turkelboom F., Reeth WV., Zanten BT., Warn HK., Washbourne CL. A new valuation school: Integrating diverse values of nature in resource and land use decisions. *Ecosystem Services* 2016; 22: 213–220.
- Karabulut M. An examination and monitoring vegetation conditions in Turkey using NOAA AVHRR Data. *Journal of Geographical Sciences* 2006; 4(1): 29-42
- Kayman Ö. Effect of spectral indices over land use/cover classification: Istanbul, Beylikdüzü District, land use change. Master Thesis, Istanbul University, Istanbul, 2015.
- Kindu M., Schneider T., Teketay D., Knoke T. Changes of ecosystem service values in response to land use/land cover dynamics in Munessa- Shashemene landscape of the Ethiopian highlands. *Sci. Total Environ.* 2016; 547: 137–147.
- Kubiszewski I., Costanza R., Dorji L., Thoennes P., Tshering K. An initial estimate of the value of ecosystem services in Bhutan. *Ecosyst. Serv.* 2013; 3: e11–e21.
- Kumar U., Dasgupta A., Mukhopadhyay C., Ramachandra TV. Random forest algorithm with derived geographical layers for improved classification of remote sensing data. *Proceedings of the Indicon 2011, Engineering Sustainable Solutions*, December 16-18, pp. 1-6. Hyderabad - India,
- Lam ST., Conway TM. Ecosystem services in urban land use planning policies: A case study of Ontario municipalities, *Land Use Policy* 2018; 77: 641-651.

- Li X., Liu L., Huang L. The international archives of the photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Volume XLII-3/W10, 2020 International Conference on Geomatics in the Big Data Era (ICGBD), 15–17 November 2019, Guilin, Guangxi, China
- Li R., Dong M., Cui J., Zhang L., Cui Q., He W. Quantification of the impact of land-use changes on ecosystem services: a case study in Pingbian County. China. Environmental Monitoring and Assessment 2007; 128: 503-510.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 2005.
- Mermer A., Yıldız H., Ünal E., Urla Ö., Aydoğdu M., Avağ A., Özgöz MM., Aksakal E., Dumlu S., Koç A., Şimşek U., Özeydin KA., Aydoğmuş O., Dedeoğlu F., Tuğaç MG., Torunlar H. Monitoring rangeland vegetation through satellite images (NDVI) in Eastern Anatolia Region. The 9th Field Crops Congress of Turkey, 12-15 September, 2011, Bursa.
- Msofe NK., Sheng L., Li Z. Lyimo J. Impact of land use/cover change on ecosystem service values in the Kilombero Valley Floodplan, South Eastern Tanzania. Forests 2020; 11(1): 109
- Na X., Zhang S., Li X., Yu H., Liu C. Improved land cover mapping using random forests combined with Landsat thematic mapper imagery and ancillary geographic data. Photogrammetric Engineering Remote Sensing 2010; 76(7): 833-840.
- Osunmadewa BA., Gebrehiwot WZ., Csaplovics E., Adeofun OC. Spatio-temporal monitoring of vegetation phenology in the dry sub-humid region of Nigeria using time series of AVHRR NDVI and TAMSAT datasets. Open Geosci. 2018; 10: 1–11.
- Pektezel H., Ateş M. Kapaklı ilçesi'nde (Tekirdağ) arazi kullanımı. Kapaklı, İstanbul, Babil Yayınevi 2016.
- Pielke RA., Pitman A., Niyogi D., Mahmood R., McAlpine C., Hossain F., Glodewijk KK., Nair U., Betts R., Fall S., Reichstein M., Kabat P., de Noblet N. Land use/land cover changes and climate: Modelling analysis and observational evidence. Climate Change 2011; 2(6): 828–850.
- Quintas-Soriano C., Castro AJ., Castro H. Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. Land Use Policy 2016; 54: 534-548.
- Roces-Díaz JV., Díaz-Varela RA., Álvarez-Álvarez P., Recondo C., Díaz-Varela, ER. A multiscale analysis of ecosystem services supply in the NW Iberian Peninsula from a functional perspective. Ecological Indicators 2014; 50: 24–34.
- Rouse JW., Haas RH., Schell JA., Deering DW. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings of the Third ERTS Symposium, NASA SP-351, 1973, Washington, DC, NASA, 309-317.
- Sharma R., Rimal B., Baral H., Nehren U., Paudyal K., Sharma S., Rijal S., Ranpal S., Acharya RP., Alenazy AA., Kandel P. Impact of land cover change on ecosystem services in a tropical forested landscape. Resources 2019, 8: 18.
- Srivastava PK., Sudhir K., Singh SK., Gupta M., Thakur JK., Mukherjee S. Modelling impact of land use change trajectories on groundwater quality using remote sensing and GIS. Environmental Engineering and Management Journal 2013; 12: 2343-2355.

- Song X., Hansen MC., Stehman SV., Potapov PV., Tyukavina A., Vermote EF., Townshend JR. Global land change from 1982 to 2016. *Letter* 2016; 560- 639.
- TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. Earthscan, London and Washington, DC. 2010.
- Tang Z., Shi C., Bi K. Impacts of land cover change and socioeconomic development on ecosystem service values. *Environmental Engineering and Management Journal* 2014; 13(10): 2697-2705.
- Teng WL. AVHRR monitoring of U.S crops during the 1988 drought. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 1990; 56 (8): 1143-1146.
- Tokgöz G. Evaluation of the urban planning based on ecosystem services in the case of Adana- Karaisali. PhD Thesis, Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences Department of Landscape Architecture, Adana, Turkey, 2018.
- Tolessa T., Senbeta F., Kidane M. The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia. *Ecosystem Services* 2017; 23: 47–54.
- Tucker CJ., Holben BN., Elgin JH., McMurtrey JE. III. Relationship of spectral data to grain yield variation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 1980; 46(5): 657-666.
- TUIK, Turkish Statistical Institute. 2016.
- Turner BL., Lambin EF., Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2007; 104: 20666–20671.
- Url.1. <https://www.eea.europa.eu/help/faq/what-is-corine-land-cover> (Erişim Tarihi: 22.10.2021).
- Url.2. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_CORINE_V20_100m (Erişim Tarihi: 22.10.2021).
- Van der Ploeg S., De Groot R., Wang Y. The TEEB valuation database: Overview of Structure, Data and Results; Foundation for Sustainable Development: Wageningen 2010; The Netherlands.
- Wang Z., Wang Z., Zhang B., Lu C., Ren C. Impact of land use/land cover changes on ecosystem services in the Nenjiang River Basin, Northeast China, *Ecological Processes* 2015; 4: 11.
- Weng Q., Lo CP. Spatial analysis of urban growth impacts on vegetative greenness with Landsat TM data. *Geocarto International* 2001; 16 (4): 17–25.
- Wright C., Gallant A. Improved wetland remote sensing in Yellowstone National Park using classification trees to combine TM imagery and ancillary environmental data. *Remote Sensing of Environment* 2007; 107(4): 582-605.
- Yang W., Yang L., Merchant JM. An assessment of AVHRR/NDVI-eco- climatological relations in Nebraska, U.S.A. *International Journal of Remote Sensing*, 1997; 18(10): 2161-2180.
- Yıldız H., Mermer A., Ünal E., Akbaş F. Spatial and temporal analysis of Turkey vegetation with NDVI images. *Journal of Field Crops Central Research Institute* 2012; 21(2): 50-56.
- Yılmaz T. Mediterranean natural vegetation. Çukurova University Faculty of Agriculture, Adana.1996.
- Zhang C., Li W., Travis D. Gaps-fill of SLC-off Landsat ETM + satellite image using a geostatistical approach, *International Journal of Remote Sensing* 2007; 28(22): 5103–5122.

Zhao L., Zhou GH. Strawberry image segmentation based on ISODATA algorithm. Hubei Agricultural Sciences, 2016, 55(18): 4812-4813.

Zhang X., Li S. Landscape pattern and design for the ecosystem in constructed wetland, Environmental Engineering and Management Journal, 2020; 19(9): 1459-1465.

Süt İneği Toplam Rasyon Karışımının *In Vitro* Ruminal Gaz Üretimi, Metan Salınımı, Rumen Uçucu Yağ Asitleri Miktarı ve Protozoa Sayısı Üzerine *Aquilaria agallocha* Roxb. Uçucu Yağının Etkisi

Süleyman Ercüment ÖNEL^{1*}, Kanber KARA², Mehmet GÜL³, Mehmet Akif ÖZTAŞ⁴, Sena YILMAZ⁵

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Hatay-Turkey

^{2,4,5}Erciyes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Kayseri-Turkey

³Ataturk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Erzurum-Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-6599-0541>

²<https://orcid.org/0000-0001-9867-1344>

³<https://orcid.org/0000-0001-5477-1773>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-9937-0719>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-0161-4923>

*Sorumlu yazar: ercumentonel@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 18.08.2021

Kabul tarihi: 27.10.2021

Online Yayınlanma: 15.12.2021

Anahtar Kelimeler:

Aquilaria agallocha Roxb.

In vitro gaz üretimi

Metan

Uçucu yağ

ÖZET

Ruminal fermantasyon sonucu oluşan ve sera gazı olan metan (CH₄) hem ekonomik hem de ekolojik olarak küresel iklim değişikliğinde önemli paya sahiptir. Ruminant beslemede uçucu yağların metan emisyonlarını azalttığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Bu *in vitro* çalışmanın amacı, *Aquilaria agallocha* Roxb. bitkisinden elde edilen uçucu yağın yonca kuru otunun ruminal gaz üretimi, metan emisyonu, rumen organik asitleri miktarı ve protozoa sayısı üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmada, *Aquilaria agallocha* Roxb. uçucu yağının bileşenleri analiz edilmiştir. Rumen sıvısına 5, 10 ve 15 µL/0,2 g kuru madde (KM) (A0, A5, A10 ve A15) seviyelerinde *Aquilaria agallocha* Roxb. uçucu yağı eklenerek *in vitro* ruminal sindirime etkileri *in vitro* gaz üretimi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak rumen sıvısına 10 µL *Aquilaria agallocha* Roxb. uçucu yağı eklenmesinin, süt ineği toplam rasyon karışımının (TMR) *in vitro* ruminal gaz üretimi ve sindirim parametreleri üzerine olumlu etki göstererek antimetanojenik etki gösterdiği belirlenmiştir.

The Effects of *Aquilaria agallocha* Roxb. Volatile Oil on *In Vitro* Ruminal Gas Production, Methane Emission, Volatile Fatty Acide Amounts and Protozoa Counts of Total Mixed Ration of Dairy Cattle

Research Article

Article History:

Received: 18.08.2021

Accepted: 27.10.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Aquilaria agallocha Roxb.

In vitro gas production

Methane

Volatile oil

ABSTRACT

Methane (CH₄), a major greenhouse gas produced during ruminal fermentation, has a significant ratio in both the economic and ecological impact of global climate change. Literature reports have been published, which suggest that dietary supplementation with plant volatile oils reduces methane emissions in ruminant production. This *in vitro* study was aimed at investigating the effects of agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil on *in vitro* ruminal gas production, methane emission, ruminal organic acids and protozoa counts of total mixed ration (TMR) of dairy cattle. Component analyses were performed for agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil. The effects of agarwood volatile oil, added to ruminal fluid at levels of 5, 10 and 15 µL/0.2 g dry matter (DM) (Groups A0, A5, A10 and A15), on *in vitro* ruminal digestion were determined based on *in vitro* gas production. In conclusion, it was ascertained that the addition of 10 µL of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil to ruminal

fluid positively affected *in vitro* ruminal gas production and digestion parameters of total mixed ration (TMR) of dairy cattle, and showed an antimethanogenic effect.

To Cite: Önel SE., Kara K., Gül M., Öztaş MA., Yılmaz S. The Effects of *Aquilaria agallocha* Roxb. Volatile Oil on *In Vitro* Ruminal Gas Production, Methane Emission, Volatile Fatty Acide Amounts and Protozoa Counts of Total Mixed Ration of Dairy Cattle. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(3): 483-491.

Introduction

In view of the ever-increasing global population, increased income-purchasing power, and urbanization trend, it is predicted that, until 2050, the global demand for meat and milk will increase by 73% and 58%, respectively, compared to the 2010 levels (Beauchemin, 2020). Owing to its contribution to both the increasing atmospheric greenhouse gas concentrations and climate change, the increasing level of animal production is of concern. Global greenhouse gas emissions caused by ruminant production (animals, manure, feed production and deforestation for land clearing) are estimated to account for 14.5% of total anthropogenic emissions (Gerber et al., 2013, Schultz et al., 2020). In this context, producers are in need of cost-effective methods that would reduce greenhouse gas emissions while meeting the demand for high quality, safe and affordable food produced from healthy animals.

The meat and milk of ruminants are major protein sources for human consumption. Ruminants offer a unique advantage of being able to feed on nonarable meadows and pastures yet, 2-12% of the gross amount of energy they consume is converted to CH₄ during ruminal digestion (Onel et al., 2020). Methane (CH₄), which is a major greenhouse gas produced during ruminal fermentation, has a significant ratio in the adverse economic and ecological impact of global climate change. Reports indicate that plant volatile oils show an antimethanogenic effect on *in vitro* digestion and alter ruminal fluid parameters (Cobellis et al., 2016; Ulger et al., 2017; Zhou et al., 2020).

This study was designed in view of the possibility of agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil also altering ruminal fluid parameters and *in vitro* digestion owing to the active substances it contains.

Materials and Methods

Composition of total mixed ration

The agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil used in this study was supplied from a commercial company. The dairy cattle ration was composed of 25.39% corn silage, 13.12% wheat straw, 19.96% dried alfalfa, 15.73% barley, 8.29% sunflower meal 8.71% cottonseed meal and 8.29% wheat bran. These rates indicate the dry matter percentages of the feedstuffs. The crude protein (CP), net energy lactation (NEL), neutral detergent fiber (NDF) and non-fiber carbohydrate (NFC) content of the dairy cattle ration were 142 g kg⁻¹ DM, 1.34 Mcalkg⁻¹ DM, 456 g kg⁻¹ DM and 324 g kg⁻¹ DM, respectively.

Chemical analyses of the Aquilaria agallocha Roxb. volatile oil

The agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil used in this study was supplied from a commercial company. The chemical components of the volatile oil were determined using a Thermo Scientific ISQ Single Quadrupole model gas chromatograph and a TG-Wax MS-A model, 5% phenyl polysilphenylene-siloxane column of 0.25 mm inner diameter, 30 m length, and 0.25 µm film thickness. Helium (99.9%) was used as the carrier gas at a flow rate of 1 mL/minute. The ionisation energy was 70 eV and the mass range (m/z) was set from 1.2 to 1200 amu. The scan mode was used for data collection. The temperature of the mass spectrometry (MS) transfer line was 250°C, the MS ionisation temperature was 220°C, the temperature of the injection port was 220 °C, and the column temperature was initially 50°C and increased up to 220°C at a rate of 3°C/minute. The structure of each component was described using the Xcalibur software and mass spectra.

In vitro gas production

The *in vitro* digestibility of TMR was determined by the *in vitro* gas production assay described by Menke et al. (1979). Approximately 1-litre ruminal fluid samples were collected from each of two fistulated Brown Swiss beef cattle, weighing 500-550 kg, and were transported to the laboratory in insulated flasks at 39±1°C. The ruminal fluids were filtered under CO₂ gas pressure through 4 layers of muslin cloth and were used for *in vitro* gas production. *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil was drawn into 100 ml-glass syringes (Model Fortuna, Germany), added at levels of 5-10-15 µL to the ruminal fluid samples, and then incubated in 10 ml-aliquots with 200±10 mg of TMR and 20 ml of a mixture of buffer + macrominerals + microminerals + reduction solution + resazurin solution. Gas was produced in four replicates of the samples from each group. Four syringes were used for blind calculations.

Determination of in vitro total gas and methane production

The total amount of gas produced in each syringe was determined by reading the volume (ml) on the syringe barrel at the end of a 24 h-incubation period. The ratio of methane in the total amount of gas produced was determined using an infrared methane sensor (Sensor, Europe GmbH, Erkrath, Germany).

Determination of in vitro digestibility parameters

The effects of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil on the *in vitro* metabolizable energy (ME), organic matter digestibility (OMD) and NEL values of TMR were calculated using the formulae indicated below (Blümmel et al., 1997; Menke et al., 1979).

$$\text{ME (MJ /kg DM)} = 2.20 + 0.136 \times \text{GP} + 0.057 \times \text{CP} + 0.0028597 \times \text{EE2}$$

$$\text{OMD (g/kg DM)} = 14.88 + 0.889 \times \text{GP} + 0.45 \times \text{CP} + 0.0651 \times \text{CA}$$

GP = 24 h net gas production (ml/200 mg), CP = Crude protein (g/kg DM), CA = Crude ash (g/kg DM), EE = Ether extract (g/kg DM).

Determination of total protozoa number

At the end of the incubation period, the content of *in vitro* fermentation fluid in glass syringes was used to determine the number of total protozoa (Dehority, 1984).

Determination of pH and ammonia concentration

The pH value of the filtered *in vitro* fermentation fluid was determined using a digital pH meter (Mettler Toledo S220, Switzerland). The ammonia concentration (mg/dl) in the rumen fluid was determined using a commercial ammonia assay procedure (Megazyme, K-AMIA 02/20, Wicklow, Ireland) (Kara, 2021).

Determination of organic acids in the in vitro digestion fluid

To determine *in vitro* rumen organic acids amounts, after 24 h of *in vitro* incubation, the total gas volume was recorded. Ten ml of the digestion fluid was transferred into Falcon tubes, a gas chromatography (GC) device (Thermo Trace 1300, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). This device was equipped with a polyethylene glycol column (inner diameter: 0.25 mm, length: 60 m, film thickness: 0.25 μ m) (TG-WAXMS, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA) and a flame ionisation detector (FID). The GC device was operated in accordance with the procedure described by Ersahince and Kara (2017).

Statistical analyses

Statistical analyses were performed by SPSS 20.0 (IBM Inc, Chicago, IL, USA). The descriptive statistics were presented as mean \pm SEM for measurements. The study groups were compared by one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's honestly significant difference (HSD) post-hoc test. Significant pairwise differences were indicated in the tables. P value of less than 0.05 was considered as a statistically significant.

Results

The chemical composition of the agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil used in this study is presented in Table 1. The major components of the volatile oil, in order of ratio were determined as follows: methyl stearate (32.07%), 9,12-octadecadienoic acid (19.21%), vaccenic acid (12.16%), palmitic acid (9.98%), and 9,12-octadecadienoic acid (7.46%).

The effects of the different doses of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil on *in vitro* gas production, ammonia nitrogen levels, and protozoa counts by the end of a 24 h-incubation period are presented in Table 2. Study group comparisons showed that the amount of total gas production was 13.20 \pm 6.64 ml/0.2 g in Group A10 and significantly differed from that in the control group (37.07 \pm 3.28 ml/0.2 g) ($p=0.002$). No statistically significant difference was determined between the groups for methane percentages. Methane production was lowest in Group A10 and highest in the control group ($p=0.003$).

Table 1. Chemical components of agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil

Retention Time (RT) (min)	Rate (%)	Components
11.82	0.28	(z)-2-decenal
12.91	0.12	(e,z)-2,4-decadienal
16.06	0.11	1-ethyl-1-methylcyclohexane
18.92	0.05	(-)-alpha-curcumene
19.09	0.09	cis-sesquisabinene hydrate
24.47	0.11	cedr-8-en-13-ol
27.44	0.13	andrographolide
29.20	0.62	callitrin
30.95	1.21	eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olide
31.28	6.07	methyl palmitate
32.06	1.78	androstan-17-one,3-ethyl-3-hydroxy (5alpha)
32.73	9.98	palmitic acid
33.74	0.27	isopropyl palmitate
35.46	7.46	9,12-octadecadienoic acid
35.61	19.21	9-octadecenoic acid (Z)-, methyl ester
35.74	2.39	methyl octadec-10-enoate
36.20	3.27	methyl stearate
37.23	32.07	vaccenic acid
37.57	12.16	stearic acid
38.77	1.3	9,12-octadecadienoic acid
40.70	0.48	methyl arachidate
41.32	0.32	delta-octadecalactone
41.68	0.52	9-octadecenamide

While ME was low in Group A10, it was measured at a significantly higher level in the control group ($p=0.002$). OMD measurements displayed a significant decrease between Groups A5 and A10, and significant increases between Group A10 and the control group, as well as between Group A15 and the control group ($p=0.002$). NH₃-N measurements significantly differed between Groups A10, A5 and A15. Furthermore, a significant increase was detected between Group A10 and the control group ($p=0.002$). While protozoa counts were observed to have increased in Group A15 and the control group, the differences between the groups were statistically insignificant (Table 2).

The types of organic acids in the digestion fluid were compared between the treatment groups and control group (Table 3). It was ascertained that the study groups significantly differed for all organic acid types, excluding valeric acid, as well as for the acetate: proprionate ratio (AA/PA) and total VFA concentration ($p<0.01$). For all statistically significant differences between the study groups, the control group displayed significantly higher values than Groups A5, A10 and A15. Close values measured in the treatment groups did not display any statistically significant difference.

Discussion

The levels and activity of secondary phytochemicals vary with plant species and the harvest area and location. The efficacy of plant extracts arises from the antimicrobial, antiprotozoal and antioxidant substances they contain.

Table 2. The effects of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil on the *in vitro* digestion parameters of TMR

Groups	TGP (ml/0.2 g DM)	Methane (%)	Methane (ml)	ME (MJ/kg DM)	OMD (%)	pH	NH ₃ -N (mg/dl)	Protozoa (x10 ⁴ /ml)
A0 (control)	37.07±1.89	23.63±0.2 7	8.76±0.42	7.93±0.25	53.76±1.68	5.55±0.0 3	75.53±0.70	8.11±0.9 4
A5	29.37±2.54	24.83±0.4 9	7.31±0.76	6.89±0.35	46.92±2.29	5.63±0.0 9	74.28±1.07	2.32±0.3 5
A10	13.20±3.83	25.47±1.3 9	3.37±1.00	4.69 ±0.52	32.54 ±3.40	5.57±0.0 1	54.34±1.33	2.21±0.2 3
A15	16.86±3.43	25.43±1,6 6	4.22±0.70	5.19±0.46	35.80±3.05	5.73±0.0 4	74.77±1.07	6.44±1.4 2
p-values	0.002*	0.644	0.003*	0.002*	0.002*	0.164	0.002*	0.171
Post-hoc	A0>A10		A0>A10	A0>A10	A0>A10		A0>A10	
	A0>A15		A0>A15	A0>A15	A0>A15		A5>A10	
	A5>A10		A5>A10	A5>A10	A5>A10		A15>A10	

A0, A5, A10, A15: Groups added 0 (control), 5, 10, and 15 µL of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil, respectively.

TGP: Total gas production (24h ml/ 0.2 g DM), ME: Metabolic energy as MJ/kg DM, OMD: Organic matter digestibility as %. *: p<0.05

Gas production during *in vitro* incubation is generally a good indicator of ruminal digestion and ruminal microbial activity, such that higher gas production levels indicate better nutritional sources for the rumen microbiota (Makkar et al., 1997, Tural and Turhal 2017). While plant volatile oils have been extensively investigated for their antimicrobial, antiprotozoal and antioxidant effects, their potential effects on methane emission remain unknown.

Plant extracts and their administration doses should be selected with a view to avoid any adverse effect on ruminal fermentation and feed deterioration. The use of plant volatile oils should result in a positive effect on the reduction of ruminal ammonia concentrations. While literature information available on the effects of agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil on rumen parameters is scarce, the agarwood volatile oil used in the present study was determined to show a positive effect by reducing ruminal ammonia concentrations without altering ruminal protozoa counts. The 10 µL-dose of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil was ascertained to have reduced gas production (p < 0.01). Accordingly, the differences between the other administration doses of agarwood volatile oil for methane production could be attributed to the concentrations of antibacterial compounds found in these doses. On the other hand, literature reports indicating an increased gas production during *in vitro* incubation for various secondary metabolite-rich plant extracts, including that of *Aquilaria agallocha* Roxb., have linked this

increase to the adverse effects of the secondary metabolites found in these extracts (Joch et al., 2016, Garcia et al., 2020).

Table 3. The effects of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil on ruminal fermentation parameters

	A0 (control)	A5	A10	A15	P-values	Post-hoc
TVFA	97.61±0.55	68.35±1.21	61.40±0.94	66.97±1.47	<0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
AA	66.61±0.95	45.93±2.11	41.5±1.63	45.35±2.56	<0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
PA	13.09±0.11	10.18±0.21	10.05±0.23	10.3±0.23	<0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
BA	13.49±0.29	8.88±0.30	7.32±0.32	8.33±0.49	<0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
IBA	1.03±0.01	0.74±0.05	0.55±0.07	0.65±0.06	0.002*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
IVA	2.08±0.03	1.40±0.14	0.97±0.18	1.20±0.13	0.003*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
HA	0.6±0.006	0.23±0.006	0.20±0.014	0.22±0.014	<0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15
VA	0.95±0.31	1.00±0.05	0.81±0.07	0.92±0.06	0.880	
AA/PA	5.08±0.01	4.51±0.16	4.13±0.3	4.40±0.09	0.001*	A0>A5 A0>A10 A0>A15

A5, A10, A15: Groups added 5, 10 and 15 µL of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil, respectively, to rumen fluid. TVFA: (as mmol/L rumen fluid) total volatile fatty acids comprise of acetate + propionate + butyrate + iso-butyrate + valerate + isovalerate; AA: acetic acid, PA: propionic acid, BA: butyric acid, IBA: Isobutyric acid, IVA: Isovaleric acid, HA: Hexanoic acid, VA: Valeric acid, AA/PA: acetate/propionate.

*: p<0.05

The positive effect achieved in the present study with the use of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil, observed as reduced ruminal ammonia, methane (ml) and total gas levels with no alteration in the protozoal population and pH level, agrees with the reports of Mandal (2016) and Onel (2020). In view of reports indicating the inhibition of digestibility, protozoal growth, and reduced ammonia concentrations by plant secondary compounds (Patra and Yu, 2012), the reducing effect of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil on nitrogen and methane (ml) levels is considered to be related to the inhibition of ammonia-producing bacteria.

In all groups, the concentrations of volatile fatty acids, excluding valeric acid, in the *in vitro* fermentation fluid of TMR, were low. The concentrations of acetic, propionic and butyric acids were low in Group A10. We determined that agarwood (*Aquilaria agallocha* Roxb.) volatile oil led to dose-dependent alterations in the *in vitro* digestion parameters.

In conclusion, the addition of 10 µL of *Aquilaria agallocha* Roxb. volatile oil to the ruminal fluid was observed to have positively affected the *in vitro* ruminal gas production and digestion parameters of total mixed ration of dairy cattle, and to have shown an antimethanogenic effect. Thus, there is need for further investigation on the adaptation of the positive effects of plants and plant extracts to *in vivo* conditions in long-term studies.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Ethical approval

This study was conducted pursuant to the approval (No: 2021/04-16) of the Local Ethics Committee of Hatay Mustafa Kemal University.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- Beauchemin KA., Ungerfeld EM., Eckard RJ., Wang M. Review: fifty years of research on rumen methanogenesis: lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal* 2020; 14(1): 2-16.
- Blümmel M., Makkar HPS., Becker K. *In vitro* gas production: A technique revisited. *J Anim Phys Anim Nutr* 1997; 77(1): 24-34.
- Dehority BA. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. *Appl Environ Microbiol* 1984; 48: 182-185.
- Cobellis G., Trabalza MM., Marcotullio MC., Yu Z. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. *Anim Feed Sci Technology* 2016; 215: 25-36.
- Ersahince C., Kara K. Nutrient composition and *in vitro* digestion parameters of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) herbage at different maturity stages in horse and ruminant. *Journal of Animal and Feed Sciences* 2017; 26(3): 213-225.
- Garcia F., Colombatto D., Brunetti MA., Martínez MJ., Moren MV., Scorcione TM., Martínez FJ. The reduction of methane production in the *in vitro* ruminal fermentation of different substrates is linked with the chemical composition of the essential oil. *Animals* 2020; 10(5): 786.
- Gerber P., Hristov AN., Henderson B., Makkar H., Oh J., Lee C., Meinen R., Montes F., Ott T., Firkins J., A Rotz., Dell C., Adesogan AT., Yang WZ, Tricarico JM., Kebreab E., Waghorn G., Dijkstra J., Oosting S. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: A review. *Animal* 2013; 2(2): 220-234.

- Ulger I., Kamalak A., Kurt O., Kaya E., Guven I. Comparación de la composición química y el potencial anti-metanogénico de las hojas de *Liquidambar orientalis* con hojas de *Laurus nobilis* y *Eucalyptus globulus* utilizando la técnica de producción de gas *in vitro*. *Ciencia Invest Agraria* 2017; 44(1): 75-82.
- Joch M., Cermak L., Hakl J., Hucko B., Duskova D., Marounek M. *In vitro* screening of essential oil active compounds for manipulation of rumen fermentation and methane mitigation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2016; 29(7): 952.
- Kara K. Nutrient matter, fatty acids, *in vitro* gas production and digestion of herbage and silage quality of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* L.) at different phenological stages. *J Anim Feed Sci* 2021; 30(2): 128-140.
- Makkar HPS., Blümmel M., Becker K. *In vitro* rumen apparent and true digestibilities of tannin-rich forages. *Anim Feed Sci Technology* 1997; 67: 245-251.
- Mandal GP., Roy A., Patra AK. Effects of plant extracts rich in tannins, saponins and essential oils on rumen fermentation and conjugated linoleic acid concentrations *in vitro*. *Indian J Anim* 2016; 55: 49-60.
- Menke KH., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The J Agricultural Sci* 1979; 93(1): 217-222.
- Onel SE., Taylan A., Kanber K., Aksu DS. The effects of laurel volatile oil (*Laurusnobilis* L.) on *in vitro* ruminal gas production of methane emission, organic acids and protozoa counts alfalfa herbage. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2020; 17(3): 283-289.
- Patra AK., Yu Z. Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. *Appl Environ Microbiol* 2012; 78(12): 4271-4280.
- Schultz MM., Naser FW., Makgahlela ML. A balanced perspective on the importance of extensive ruminant production for human nutrition and livelihoods and its contribution to greenhouse gas emissions. *South African Journal of Science* 2020; 116(9-10): 1-3.
- Tural S., Turhan S. Antimicrobial and antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and laurel (*Lauris nobilis* L.) essential oils and their mixtures. *Gıda J of Food* 2017; 42(5): 588-596.
- Zhou R., Wu J., Lang X., Liu L., Casper DP., Wang C., Wei S. Effects of oregano essential oil on *in vitro* ruminal fermentation, methane production, and ruminal microbial community. *J Dairy Sci* 2020; 103(3): 2303-2314.

Adjuvants Used In Animal Vaccines-Their Formulations and Modes of Action: An Overview

Bilal Ahmad BHAT^{1*}, Sheikh ADİL²

¹Disease Diagnostic Section, Institute of Animal Health and Biological Products, Zakura, Srinagar, Department of Animal Husbandry, Kashmir, J & K, India

²Division of Livestock Production and Management, Faculty of Veterinary Sciences and Animal Husbandry, Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir, Shuhama, Srinagar, India

¹<https://orcid.org/0000-0002-3839-2201>

²<https://orcid.org/0000-0003-0871-1133>

*Correspondence author: bilal_vet@rediffmail.com

Reviews

Article History:

Received: 03.01.2021

Accepted: 06.02.2021

Published online: 15.12.2021

Keywords:

Adjuvant

Animal vaccine

Infectious diseases

Immune response

Antigen presenting cells

Cytokines

ABSTRACT

Vaccination has proven to be the most effective method for the prevention and control of infectious diseases in animals. The success of vaccination depends on many factors but one of the important factors is the selection of the most suitable and efficient adjuvant. An adjuvant is an ingredient of the vaccine which is used to improve the immune response in the animal's body to vaccines. The inclusion of adjuvant to the vaccine preparation results in the abrupt stimulation of the immune system, production of the stronger immune response, activation of the specific type of immunity and increasing the half-life of vaccine antigen. Although the adjuvants were poorly understood in terms of their structure and mode of action with the enhanced knowledge of the mechanism of action of adjuvants and the immune system, new adjuvants are being formulated that are safe and most effective against existing and emerging animal diseases. In this review, we will discuss the currently available adjuvants for animal vaccines with a focus on their mechanism of action. The attention will be given to commercially important adjuvants, including mineral salts, emulsions, TLR agonists, saponins, liposomes, immunoactive polymers and a combination of adjuvants.

To Cite: Bhat BA., Adil S. Adjuvants Used In Animal Vaccines-Their Formulations and Modes of Action: An Overview. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(3): 492-506.

Introduction

Vaccination has remained as one of the effective and efficient mechanisms for the prevention of infectious diseases. Vaccination has proved to be the single medical intervention that is capable of saving millions of lives. Different types of vaccines have been used in animals and poultry to mitigate the ill effects of various diseases to make their rearing economical. But there are many challenges which are associated with vaccinating the poultry and livestock population, such as animal vaccines should be cost effective, they should be easy to administer, they should have increased stability etc.

Vaccination with only the purified antigens generally results in the stimulation of weak immune response with limited T cell activation, thereby making multiple immunizations necessary to elicit appropriate immune responses. Therefore to improve the efficacy of vaccines certain crucial components are added to them in the form of adjuvants.

They can be defined as the substances which significantly improve vaccine efficacy by (i) Increases the antigen uptake by antigen presenting cells (APCs), (ii) Helps in the activation and resultant maturation of

APCs, (iii) Increases the biological half-life of antigens, (iv) activate inflammasomes, (v) induces the production and proliferation of immunoregulatory cytokines, and (vi) Helps in the dose sparing, thereby reducing the quantity of antigen required to cause the production of target antibody titers.

The name adjuvant is a broader term and has distinct meanings depending on the type of application for which they are being utilized in the vaccination. For instance, adjuvants can be used as specific molecules which directly activate immunostimulatory responses and activate immune receptors. In contrast to this, certain adjuvants may act as delivery systems that do not stimulate the immune system directly but help in the proper presentation of the antigen to the components of the immune system. Some other adjuvant systems, which are the combination of two or more adjuvants may serve both as a delivery system as well as immunostimulatory components. Therefore based on the mechanism of action, adjuvants can be grouped into three broader classes as immunostimulatory molecules, as delivery systems and as combinations of the two or more adjuvants (Table 1). The selection of the Adjuvant for the animal vaccine preparation depends on many important factors, including the type of immune stimulation required, chemical properties of the vaccine antigen, route of animal immunization and above all the species of the target animal involved. Selecting a wrong adjuvant may render a good quality antigen ineffective. Therefore, only the adjuvants with the desired characteristics needed for the effective vaccination of animals need to be selected.

In this review, attention will be given to some commercially important adjuvants that are presently utilized for the production of animal vaccines, including mineral salts, emulsions, TLR agonists, saponins, liposomes, immunoactive polymers and a combination of adjuvants.

Mineral salts

Aluminium containing adjuvants have been used for a pretty long time to enhance the immune response to vaccines. These adjuvants have shown their potential way back in 1926 when they were used in diphtheria toxoid containing vaccines. Since then, aluminium based adjuvants have been added into millions of vaccine doses manufactured. Their level of success is mainly because they have good proven safety profile; low manufacturing cost; compatibility with many known vaccine antigens; less adverse reactions. Previously aluminium adjuvant vaccines were prepared by precipitation of the antigen and alum (Glenny et al., 1926). Precipitation of antigen with aluminium salts has long been replaced by the process of adsorption of antigen to aluminium gels because the process of precipitation does not allow control over the degree of adsorption (Gupta, 1998).

The commonly used aluminium adjuvants used in vaccines are aluminium phosphate adjuvant and aluminium hydroxide adjuvant (Dandashli et al., 2002; Yau et al., 2006). Although the use of aluminium adjuvants in vaccines has been traditionally done for quite a long time now, the exact mechanism of action through which they activate the host immune system is not fully understood. Aluminium is known to bind antigens with high affinity and performs its function by the genesis of depot formation at the site of vaccine application. Depot formation allows maintenance of high antigen concentrations at the injection site, thus allowing continuous dispersion of antigen from the aluminium particles (Kool et al., 2012).

Table 1. Classification of Adjuvants

Type	Adjuvant
Immune Stimulators	TLR3 Agonists: Polyinosinic and polycytidylic acid
	TLR4 Agonist: Monophosphoryl lipid A (MPL-A)
	TLR5 Agonist: Flagellin
	TLR 7/8 Agonists: Imiquimod and Resiquimod
	TLR 9 Agonist: CpG oligodeoxynucleotides (ODN)
	NOD Agonist: Muramyl dipeptide (MDP)
	Saponins (QS-21)
Delivery Systems	Aluminium Salts (Alum)
	Calcium phosphate
	MF59
	AS03, AS04
	Incomplete Freund's Adjuvant
	Polylactic Acid (PLA)
	Virus like particles
Combination of Adjuvants	Cpg ODN and Emulsions
	MF59 AND AS03
	Polyphosphazenes and Polyinosinic acid
	Saponins and Emulsions
	MF59 and Carbopol 971P
	TLR4 and TLR 7/8 Agonists

Aluminium adjuvant has been seen to show its by inducing the secretion of interleukin (IL-4) cytokine, which in turn stimulates T helper 2 (Th 2) type immune response. This process promotes the formation of IgG1 and IgE immunoglobins and eosinophills which makes these adjuvants good for antibacterial vaccines (HogenEsch, 2002; Ulanova et al., 2021).

The amount of aluminium adjuvant in vaccines is important from the perspective of safety and necessity to induce the desired effect. The quantity of aluminium adjuvant present in vaccine formulation is usually expressed as the concentrations of elemental aluminium per dose. One milligram of Al³⁺ is equivalent to 2,2 mg of aluminium hydroxide adjuvant and 4,5 mg of aluminium adjuvant (Vecchi et al., 2012).

Aluminium adjuvants have a large adsorptive capacity, thus only a small amount of aluminium adjuvant is required for the absorption of vaccine antigens. Examples in animals where aluminium adjuvants in vaccines have been used include some commercially important diseases like Newcastle disease and foot and mouth disease (Pini et al., 1965; Sellers and Herniman, 1974).

Another important mineral-based adjuvant is calcium phosphate (CaP), which was initially used as an adjuvant in vaccines for some potential human diseases like poliomyelitis, pertussis, diphtheria and tetanus but its use as an adjuvant was completely replaced by the aluminum-based adjuvants in the late 80's. Now, it is again realized that it has the potential to become a good substitute for the aluminium adjuvants (Sesardic et al., 2007).

One of the advantages of the CaP is that it is naturally present as a constituent in tissues of the organism, therefore it is safe and biocompatible. The absorptive capacity of CaP is equal or higher than the aluminium hydroxide, because of the zeta potential which is a difference in electrokinetic potential (Olmedo et al., 2014). Also, the administration of CaP as an adjuvant causes fewer local reactions which are mainly due to reduced IgE immunoglobulin production (He et al., 2000). The use of calcium phosphate as a nanoparticle adjuvant has elicited sufficient immune response to protect laboratory animals against laboratory-induced FMD disease (Joyappa et al., 2009). Although the mineral salts as adjuvants are relatively safer and also show better adjuvanticity in vaccines against extracellular pathogens, their utilization in vaccines against intracellular pathogens is limited.

Emulsions

The emulsions have long been used as vaccine delivery agents mainly because of their ability to induce depot formation at the injection site and thus facilitating the slow release of antigen over a while. The emulsion provides an aqueous phase which traps the antigen and with the progressive emulsion degradation, there occurs slow and spontaneous release of the antigen.

Depotformation protects the small protein antigens from degradation and also helps in the uptake of antigen molecules by antigen presenting cell (Khong and Overwijk, 2016). Traditional oil-based emulsion adjuvants like Freund's complete or incomplete adjuvant had been shown to have limited capability in inducing T cell-based immune responses and also have adverse post immunization reactions (Suzuki and Hazama, 2017).

Two broader types of emulsion adjuvants which are used in vaccine formulations are water-in-oil (w/o) emulsion and oil-in-water (o/w) emulsion. In a water-in-oil emulsion, the antigen is entrapped in an aqueous phase which is surrounded by an uninterrupted oil phase. The classical example of water in oil emulsion adjuvant is Freund's complete and Freund's incomplete adjuvant (without mycobacteria) (Freund et al., 1937). However in the case of water in oil emulsions, several adverse reactions had been seen like local inflammation, the formation of ulcers and granulomas at the injection site (Petrovsky, 2015). Over the years few successful water-in-oil emulsions have been developed for veterinary vaccines which have fewer adverse effects. One such example is Incomplete SEPPIC adjuvant (ISA). This adjuvant has been used in vaccines against porcine enzootic pneumonia (Jorge et al., 2014) and FMD in cattle (Khorasani et al., 2016). Most of the successful out of the two broader classes of emulsion adjuvants is oil-in-water (o/w) emulsion, which is formed by dispersing oil droplets in the aqueous phase. Oil-in-water emulsion does not form depot at the injection site and stimulate the immune system by activating the differentiation of antigen presenting cells (APC) like macrophages and dendritic cells. Oil-in-water based emulsion such as MF59 which is a squalene based emulsion have good performance by enhancing antigen immunogenicity and causing less

adverse reactions (Dell'Era et al., 2012). Several oil-in-water based adjuvants are commercially available for use in animal vaccines including Emulsigen-D, Montanide adjuvant and Metastim.

Emulsion-based adjuvants are a good selection for animal vaccine preparations because they can be prepared from economical and easily available materials. The exact mechanism of how emulsion-based adjuvants efficiently stimulate the host immune system is not fully recognized and needs more elaborative research.

Liposomes

Liposomes are spherical structures consisting of vesicles which are composed of several concentric lipid bilayers alternating with aqueous phases (Gregoriadis, 2008).

Based on the structure of lipid bilayer, liposomes can be distinguished as unilamellar (ULV) or multilamellar (MLV) vesicles (Bozzuto, 2015). The single lipid bilayer present in unilamellar vesicles is a perfect structure for the encapsulation of hydrophilic molecules while as the concentric lipid bilayers present in multilamellar vesicles are ideal for the encapsulation of lipid soluble antigens.

Liposomes have proved to be efficient vaccine carriers acting as vaccine adjuvant-delivery system (VADS), because of their diverse nature, unique surface bearing structures and good bio-compatibility (Weissig, 2017). Liposomes entrap the antigen thus protecting them from the environmental hazards, delivering antigen to the specific lymphocyte locations and also potentiate the initiation of antigen specific immune stimulation (Moyer et al., 2016).

Use of liposomes have proven to be an efficient alternative as a delivery system for a number of therapeutic agents like antibacterial, antiviral, vaccines, anti-carcinogenic therapies and hormones. Liposomes can be administrated through various routes like intramuscular, subcutaneous, intravenous, naso-oral and as a topical application (Allen and Cullis, 2013).

Application of liposome as a vaccine adjuvant have shown many promising features including no granuloma formation, no hypersensitivity reaction at the site of injection, development of strong humoral immune response and wide range of adjuvanticity effects (Perrie et al., 2016).

Liposomes have been seen to be equipped with pathogen associated molecular patterns (PAMPs), thus helps in attracting antigen presenting cells (APCs), which in turn interacts with them through pattern recognition receptors (PRRs) resulting in the subsequent triggering of adaptive immune system (Geijtenbeek and Gringhuis, 2016).

The potential characteristics of liposome based vaccinations against wide range of animal pathogens has made liposomes as one of the prospective adjuvant for animal vaccines. Liposomes have been used with a variety of antigens in the different animal species including both the clinical vaccines and experimental vaccine candidates (Korsholm et al., 2012).

Liposome coated nano-particles had been used in vaccines against Newcastle disease virus (NDV) (30). It was seen that the birds immunized with the liposomal Newcastle disease vaccine have higher number of cell counts and also antibody production. Similarly, liposome based vaccine in the form of encapsulated avian pathogenic E.coli (APEC) had been used for control of Colibacillosis in poultry birds (Yaguchi et al., 2009). The immunized birds were found to have lower concentration of APEC based bacteria in their blood.

The liposome associated fimbriae antigens of *Salmonella enterica*, a common pathogen associated with the poultry and poultry products had been utilized as a vector for the preparation of subunit vaccines against salmonellosis in poultry (Li et al., 2004). Immunization of chicken with these fimbrial antigens helped in the development of notable increase in the immunoglobulin concentrations of IgG and IgA with the resultant decrease in the excretion of bacteria in the faeces of the immunized birds. Liposome based vaccines against parasitic pathogens in livestock animals had been demonstrated to elicit strong immune response against the invading parasites. One such example is the use of liposome-DNA based complexes having plasmid coding for microneme protein, thus providing the effective immune response against *Toxoplasma gondii* parasite (Hiszczynska-Sawicka et al., 2012).

Saponins

Saponins are naturally occurring substances widely distributed in higher plants having many pharmaceutical applications. Chemically saponins are composed of one or more hydrophilic moieties which are attached to the lipophilic triterpene derivative. Due to their anti-microbial, anti-fungal activities saponins are believed to be involved in plant defence mechanisms (Sparg et al., 2004). The ability of various plant derived saponins to stimulate the mammalian immune system has promoted their application as an adjuvant in number of animal vaccines. (Kensil, 1996).

The saponins currently used in animal vaccines are all extracted from the bark of the South American tree *Quillaia saponaria*. The most prominent saponin-based adjuvant for animal vaccines is Quil A and its purified fraction QS-2 (Santos et al., 2007; Cunha et al., 2012).

Administration of quil A as an adjuvant stimulates both cellular and humoral responses, with the subsequent generation of cytotoxic T lymphocytes responses (Brunner et al., 2010). This type of immune response activated by the Quil A has made it to be ideal adjuvant for the vaccines against coccidial parasites and also against toxoplasmosis (Sun et al., 2009; Zulpo et al., 2012). The other important saponin is QS-2, is the of promising adjuvant which is currently in clinical trails for production of vaccines for many infectious diseases (Zhu and Tuo, 2015).

Adjuvants are substances used to improve the immune response to vaccines; Earlier immunization leads to the development of a more robust immune response (Gerdtts, 2015). Saponin complexes as ISCOMs are able to effectively stimulate both CD8+ and CD4+ T cell responses in mammals (Coffman et al., 2010).

The immunological functions of saponins are mainly because of certain structural components present on their surface. It has been seen that sugar moieties present on saponin surfaces attach to the antigen presenting cells (APCs). This attachment stimulates APCs to secrete cytokines resulting in the activation of both cell-mediated and humoral immune responses (Marciani, 2003) Since saponins have less sustainable immunity and are also toxic in their natural form, there is an effort for the production of synthetic analogs of naturally occurring saponin. One such example is the extract from *Q. brasiliensis* leaves which show sustained immune response and are also less toxic when compared with naturally occurring saponin extracted from *Quillaia saponaria* (Silveira et al., 2011).

TLRs Receptors

The TLR receptors form an important group of pattern recognition receptors (PRRs), which form a connecting link between adaptive and innate immune responses of mammalian species (Iwasaki and Medzhitov, 2004). PRR is a pattern recognition strategy of host mammalian species to identify the characteristic molecular patterns of the invading micro-organisms. TLRs functions as receptors which recognise conserved molecular patterns of invading microbes and result in eliciting the first level of defence, the innate host defence mechanism. TLRs are expressed by a variety of cell types (Dowling and Dellacasagrande, 2016). The expression of TLRs on macrophages elicit only innate immune response, while the expression of TLRs on dendritic cells result in the activation of both innate and adaptive immune mechanisms. The TLRs can be present either on the cell surface or can be present inside the cell. TLRs present on the cell surface recognise the bacterial products present in the extracellular space while the intracellular TLRs recognise the genetic particles of both the bacterial and viral pathogens (Table 2).

TLRs have emerged under great selection pressure, and have been being preserved in all the vertebrate species (Brownlie and Allan, 2011). Sequence information of many TLRs is available for a number of domestic animals, including sheep, cattle, pig, horse, dog and chicken (Jungi et al., 2011; Uenishi et al., 2009). Many studies have been made to analyze the expression patterns of different TLRs by using the species specific anti-TLR antibodies especially in bovines and ovines (Kwong et al., 2011).

The identification of the characteristic recognition patterns of the invading micro-organism by the specific TLRs promotes the activation of various signalling pathways resulting in the increased production of messenger molecules like chemokines, cytokines and many other stimulatory molecules. Various components of pathogens have been utilized as TLR agonists which cause expression of cytokines involved in T cell differentiation. Examples of TLR agonists include bacterial lipoprotein recognised as a TLR2 agonist, bacterial lipopolysaccharides (LPS), component of Gram-negative bacteria surface membrane, is recognised as a TLR4 agonist, bacterial flagellin is recognised as a TLR5 agonist. Similarly cytosine phosphate guanine (CpG motifs) of bacterial DNA are recognised as a TLR9 agonist (Takeda et al., 2006).

Polymers

Over the recent years, research has been expanding tremendously to formulate and design novel entities to act as an efficient adjuvant and bio-polymers have proved to be the promising candidate for increasing the antigen potential against several diseases. Several naturally occurring polymers (Table 3). Likewise, numerous synthetic polymers have been investigated for vaccine development (Sahdev et al., 2014).

Polymeric biomaterials as an adjuvant enhance immune responses in several ways. They prevent the degradation of antigen by encapsulating it, thereby increasing the stability of the antigen (Leleux and Roy, 2013). There is a sustained release of vaccine from a polymeric matrix (Jaganathan et al., 2004). Multiple antigens can be inserted together with the polymeric adjuvant which are effectively processed by the antigen presenting cells (APCs). Flexibility in the surface structure of polymeric biomolecules helps in easy activation of pathogenic pattern recognition receptors (PRRs) or endosomal TLRs resulting in efficient modulation of immune responses (Bento et al., 2015).

There are many examples of immunoactive polymeric biomaterials which have used as animal vaccine adjuvants. The natural polymer chitosan is employed not only for drug delivery, but has also been utilized in antibacterial applications (Muzzarelli, 2010). Because of the bioadhesive nature and good biocompatibility of chitosans, they have potential for mucosal vaccine delivery systems (Cordeiro et al., 2015). This mucoadhesive property causes the sustained release of antigens in the mucosal associated lymphoid tissues (MALTs) (Xia et al., 2015).

The simultaneous administration of attenuated Newcastle disease viral antigen with chitosan molecules have been found to enhance the antigen specific cell mediated immune response in chickens (Rauw et al., 2010). Similarly, cattle which were immunized with chitosan based FMD vaccine were protected from the FMDV (Pan et al., 2014). Many synthetic polymers have also been tested as animal vaccine adjuvants. Polyacrylic acid polymers such as Carbopol are the most important and widely used as synthetic polymer adjuvant. Carbopol has been employed as adjuvant in vector based inactivated vaccines against the influenza virus for horses (Paillot, 2014). The use of Carbopol in swine vaccines has been shown to effectively promote T cell proliferation and interferon gamma production in swines which have been vaccinated with the modified live PRRS virus vaccine (Mair et al., 2015). Another important synthetic polymer based adjuvant is polyphosphazene which have shown promising results in the laboratory model animals. It was reported that polyphosphazene adjuvanted *Actinobacillus pleuropneumoniae* vaccine in pigs can promote IFN- γ production with simultaneous increase in IgG antibody (Dar et al., 2012).

When compared with other adjuvants, polymers are better in terms of safety parameters. Because of their ability to stimulate the host cell-mediated immunity, they are especially effective against some of the important animal viral pathogens.

Combination of Adjuvants

To have all the properties of a perfect adjuvant in a single molecule is quite impossible. Therefore, current adjuvant formulations often consist of two or more adjuvant molecules, that when combined together act synergistically by stimulating a variety of cells and immune mechanisms (Lee and Nguyen, 2015).

In view of the number of animal diseases emerging and re-emerging and to target varied species of animals and birds, preparation of combination adjuvants is of utmost importance to address all requirements of a successful animal vaccination programmes. Different combinations of adjuvants comprising of TLR ligands, emulsions, liposomes, saponins and synthetic polymers have been utilized for the formulation of combination adjuvants.

Table 2. Use of TLRs agonists in animal vaccines

TLR Agonist	Mechanism of Action	Disease Target
Escherichia coli heat-labile Enterotoxin	Induction of specific cellular immunity by up-regulating the expression of IL-4, IL-8 and IL-1 β ,	Swine Influenza A
Bacterial protein Flagellin	Production of higher levels of anti-FMDV neutralizing antibodies	Foot-and-Mouth Disease Virus
Combination of Flagellin and heat-labile Bacterial Enterotoxin	Promotes the production of neutralizing antibodies specific for the virus and causes the enhanced production of CD4+ and CD8+ T	Rabies Virus
Membrane Lipoprotein	Promotes T cell and humoral responses through TLR2 mediated activation and maturation of APCs.	Classical Swine Fever
CpG Oligodeoxynucleotides (ODNs)	Interact with TLR9 and stimulate Th1 response through the induction of IL-12 and IFN- γ .	Avian Influenza Virus
Combination of CpG Motifs	They act by causing the immunosynergistic effect resulting in the production of B cells and secretion of Type I/II-IFN cytokines.	Chicken Anemia Virus

Table 3. Natural and Synthetic Polymers used as adjuvants and their mechanism of action

Source	Polymer	Mechanism of action
Natural Polymers	Chitosan	Acts through the activation of macrophages with subsequent production of cytokines, resulting in increased synthesis of antibodies.
	Mannan	Causes increased phagocytosis of the invading antigen through the activation of complement pathways.
	Lentinan	Causes the stimulation of macrophages with the resultant respiratory burst and increased interleukin-6 production.
	Dextran	Acts through the activation of both inflammatory cytokines and toll like receptor pathways.
	Inulin	Activation of the complement cascades
Synthetic Polymers	Polyphosphazenes	Increased secretion of proinflammatory cytokines and chemokines at the injection site
	Polyanhydrides	Acts by causing the increased expression of surface markers CD86, CD40 and MHC class II on antigen presenting cells. Also induces specific proliferation of CD4 β and CD8 β T-cells.
	Polycaprolactones	Activation of the Th1-type of immune responses. Also causes increased release of IFN- γ and IL-2 cytokines.
	Non-ionic block polymers	Causes macrophage activation and high level expression of MHC class II molecules.
	Polyelectrolytes	They act by increasing the uptake and presentation of antigens. They also enhance the expression cell surface receptors and release of pro-inflammatory cytokines.

A novel adjuvant combination comprising of three components, namely polyphosphazenes, host cell peptides, and a TLR ligand, either CpG or ODN, when co-formulated with vaccine antigens resulted in the effective and quick immune response (Gracia et al., 2011). This combination provided immunity against varied infections including respiratory syncytial virus, swine influenza and Bordetella pertussis (Garg et al.,

2015; Garlapati et al., 2012). Another adjuvant combination consisting of the of CpG oligodeoxynucleotide motifs and different emulsions such as montanide ISA 206 as adjuvant system have successfully resulted in the augmentation of immune response against FMD (Ren et al., 2011).

This adjuvant combination induces the production of neutralizing antibodies in higher amounts than the adjuvants used separately. The combination of emulsion and saponin as adjuvant was also seen to improve the effectiveness of vaccines against foot and mouth disease. Ingredient of this adjuvant system, Saponin QS-21 was found to stimulate the production of higher titers of IgG1, IgG2a, IgG2b, and IgG3 antibodies against FMD (Cokcaliskan et al., 2016).

Conclusion

Adjuvants form an important part of vaccine formulations and have been used to improve the immunogenicity of animal vaccines for a long period now. With the improvement in the knowledge of the immune system and its interactions, our understanding regarding the mechanism of action of both natural and synthetic adjuvants has greatly improved. Selection of proper adjuvant for animal vaccines depends on many factors like induction of rapid and sustainable protective immunity, safety, effectiveness, meeting food safety standards and above all should be economical. The use of desirable adjuvant for the animal vaccine has an important impact on human health as it can reduce the irrational use of antibiotics in animal health practices.

Recent advances in adjuvant research has shifted from traditional empirical formulations to more rational and targeted formulations allowing for the development of effective animal vaccine formulations. Molecular designing is the way forward to design the vaccine adjuvants that can act individually or synergistically with other adjuvants to stimulate the immune system in a very specific and calculated manner. Furthermore, the production of combination adjuvants for multiple antigens should be the thrust vaccine research area, thereby making vaccination strategy in animal health management an economical affair.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- Allen TM., Cullis PR. Liposomal drug delivery systems: From concept to clinical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews* 2013; 65: 36-48.
- Bento D., Staats HF., Gonçalves T., Borges O. Development of a novel adjuvanted nasal vaccine: C48/80 associated with chitosan nanoparticles as a path to enhance mucosal immunity. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 2015; 93: 149-164.
- Bozzuto G., Molinari A. Liposomes as nanomedical devices. *International Journal of Nanomedicine* 2015; 10: 975-999.

- Brownlie R., Allan B. Avian toll-like receptors. *Cell and Tissue Research* 2011; 343: 121-130.
- Brunner R., Jensen-Jarolim E., Pali-Schöll I. The ABC of clinical and experimental adjuvants-a brief overview. *Immunology Letters* 2010; 128: 29-35.
- Coffman RL., Sher A., Seder RA. Vaccine adjuvants: putting innate immunity to work. *Immunity* 2010; 33: 492-503.
- Cokcaliskan C., Turkoglu T., Sareyyupoglu B., Uzunlu E., Babak A., Özbilge BB., Gülyaz V. QS-21 enhances the early antibody response to oil adjuvant foot and-mouth disease vaccine in cattle. *Clinical and Experimental Vaccine Research* 2016; 5(2):138-147.
- Cordeiro AS., Alonso MJ., de la Fuente M. Nanoengineering of vaccines using natural polysaccharides. *Biotechnology Advances* 2015; 33: 1279-1293.
- Cunha IALD., Zulpo DL., Bogado ALG., Barros LDD., Taroda A., Igarashi M., Navarro IT. Humoral and cellular immune responses in pigs immunized intranasally with crude rhoptry proteins of *Toxoplasma gondii* plus Quil-A. *Veterinary Parasitology* 2012; 186(3-4): 216-221.
- Dandashli EA., Zhao Q., Yitta S., Morefield GL., White JL. Hem SL. Effect of thermal treatment during the preparation of aluminum hydroxide adjuvant on the protein adsorption capacity during aging. *Pharmaceutical Development and Technology* 2002; 7(4): 401-406.
- Dar A., Lai K., Dent D., Potter A., Gerdtts V., Babiuk LA., Mutwiri GK. Administration of poly (di(sodium carboxylatoethylphenoxy))phosphazene (PCEP) as adjuvant activated mixed Th1/Th2 immune responses in pigs. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 2012; 146(3-4): 289-295.
- Dell'Era L., Corona F., Daleno C., Scala A., Principi N., Esposito S. Immunogenicity, safety and tolerability of MF59-adjuvanted seasonal influenza vaccine in children with juvenile idiopathic arthritis. *Vaccine* 2012; 30: 936-940.
- Dowling JK, Dellacasagrande J. Toll-like receptors: ligands, cell-based models and readouts for receptor action. *Methods in Molecular Biology* 2016; 1390: 3-27.
- Freund J., Casals J., Hosmer EP. Sensitization and antibody formation after injection of tubercle Bacilli and paraffin oil. *Experimental Biology and Medicine* 1937; 37: 509-513.
- Garg R., Latimer L., Gerdtts V., Potter A., van Drunen Littel-van den Hurk S. The respiratory syncytial virus fusion protein formulated with a novel combination adjuvant induces balanced immune responses in lambs with maternal antibodies. *Vaccine* 2015; 33: 1338-1344.
- Garlapati S., Garg R., Brownlie R., Latimer L., Simko E., Hancock REW., Babiuk LA., Gerdtts V., Potter A., van Drunen S., Hurk van Den. Enhanced immune responses and protection by vaccination with respiratory syncytial virus fusion protein formulated with CpG oligodeoxynucleotide and innate defense regulator peptide in polyphosphazene microparticles. *Vaccine* 2012; 30(35): 5206-5214.
- Geijtenbeek TBH., Gringhuis SI. C-type lectin receptors in the control of T helper cell differentiation. *Nature Reviews Immunology* 2016; 16: 433-448.
- Gerdtts V. Adjuvants for veterinary vaccines-types and modes of action. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift* 128(11): 456-463.

- Glenny AT., Pope CG., Waddington H.,Wallace U. Immunological notes. XVII-XXIV.The Journal of Pathology and Bacteriology 1926; 29: 31-40.
- Gracia A., Polewicz M., Halperin SA., Hancock REW., Potter AA., Babiuk LA., Gerds V. Antibody responses in adult and neonatal BALB/c mice to immunization with novel Bordetella pertussis vaccine formulations. *Vaccine* 2011; 29(8): 1595-1604.
- Gregoriadis G. Liposome research in drug delivery: The early days. *Journal of Drug Targeting* 2008; 16: 520-524.
- Gupta RK. Aluminum compounds as vaccine adjuvants. *Advanced Drug Delivery Reviews* 1998; 32: 155-172.
- He Q., Mitchell AR., Johnson SL., Wagner-Bartek C., Morcol T. Calcium phosphate nanoparticle adjuvant. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology* 2000; 7(6): 899-903.
- Hiszczynska-Sawicka E., Li H., Xu JB., Akhtar M., Holec-Gasior L., Kur J., Bickerstaffe R. Induction of immune responses in sheep by vaccination with liposome-entrapped DNA complexes encoding *Toxoplasma gondii* MIC3 gene. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 2012; 15(1): 3-9.
- HogenEsch H. Mechanisms of stimulation of the immune response by aluminium adjuvants. *Vaccine* 2002; 20(Suppl 3): S34-S39.
- Iwasaki A., Medzhitov R. Toll-like receptor control of the adaptive immune responses. *Nature Immunology* 2004; 5: 987-995.
- Jaganathan KS., Singh P., Prabakaran D., Mishra V., Vyas SP. Development of a single-dose stabilized poly(D,L-lactic-co-glycolic acid) microspheres-based vaccine against hepatitis. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2004; 56: 1243-1250.
- Jorge S., de Oliveira NR., Marchioro SB., Fisch A., Gomes CK., Hartleben CP., Conceição FR., Dellagostin OA. The mycoplasma hyopneumoniae recombinant heat shock protein P42 induces an immune response in pigs under field conditions. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases* 2014; 37: 229-236.
- Joyappa DH., Kumar CA., Banumathi N., Reddy GR., Suryanarayana VV. Calcium phosphate nanoparticle prepared with foot and mouth disease virus P1-3CD gene construct protects mice and guinea pigs against the challenge virus. *Veterinary Microbiology* 2009; 139: 58-66.
- Jungi TW., Farhat K., Burgener IA., Werling D. Toll-like receptors in domestic animals. *Cell and Tissue Research* 2011; 343: 107-120.
- Kensil CR. Saponins as vaccine adjuvants. *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems* 1996; 13: 1-55.
- Khong H., Overwijk WW. Adjuvants for peptide-based cancer vaccines. *Journal for Immunotherapy of Cancer* 2016; 4: 56.
- Khorasani A., Madadgar O., Soleimanjahi H., Keyvanfer H., Mahravani H. Evaluation of the efficacy of a new oil-based adjuvant ISA 61 VG FMD vaccine as a potential vaccine for cattle. *Iranian Journal of Veterinary Research* 2016; 17: 8-12.

- Kool M., Fierens K., Lambrecht BN. Alum adjuvant: Some of the tricks of the oldest adjuvant. *Journal of Medical Microbiology* 2012; 61(Pt 7): 927-934.
- Korsholm KS., Andersen PL., Christensen D. Cationic liposomal vaccine adjuvants in animal challenge models: Overview and current clinical status. *Expert Review of Vaccines* 2012; 11: 561-577.
- Kwong LS., Parsons R., Patterson R., Coffey TJ., Thonur L., Chang TS., Russell G., Haig D., Werling D., Hope JC. Characterisation of antibodies to bovine toll-like receptor (TLR)-2 and cross-reactivity with ovine TLR2. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 2011; 139: 313-318.
- Lee S., Nguyen MT. Recent advances of vaccine adjuvants for infectious diseases. *Immune Network* 2015; 15: 51-57.
- Leleux J., Roy K. Micro and nanoparticle based delivery system for vaccine immunotherapy: an immunological and material perspective. *Advance Healthcare Materials* 2013; 2: 72-94.
- Li W., Watarai S., Iwasaki T., Kodama H. Suppression of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis excretion by intraocular vaccination with fimbriae proteins incorporated in liposomes. *Developmental and Comparative Immunology* 2004; 28(1): 29-38.
- Mair KH., Koinig H., Gerner W., Hohne A., Bretthauer J., Kroll JJ., Roof MB., Saalmüller A., Stadler K., Libanova R. Carbopol improves the early cellular immune responses induced by the modified-live vaccine Ingelvac PRRS MLV. *Veterinary Microbiology* 2015; 176(3-4): 352-357.
- Marciani DJ. Vaccine adjuvants: role and mechanisms of action in vaccine immunogenicity. *Drug Discovery Today* 2003; 8: 934-943.
- Moyer TJ., Zmolek AC., Irvine DJ. Beyond antigens and adjuvants: Formulating future vaccines. *The Journal of Clinical Investigation* 2016; 126: 799-808.
- Muzzarelli R. Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. *Marine Drugs* 2010; 8: 292-312.
- Olmedo H., Herrera M., Rojas L., Villalta M., Vargas M., Leiguez E., Teixeria C., Estrada R., Gutierrez JM., Leon G., Montero ML. Comparison of the adjuvant activity of aluminum hydroxide and calcium phosphate on the antibody response towards *Bothrops asper* snake venom. *Journal of Immunotoxicology* 2014; 11(1): 44-49.
- Onuigbo EB., Okore VC., Ofokansi KC., Okoye JOA., Nworu CS., Esimone CO., Attama AA. Preliminary evaluation of the immunoenhancement potential of Newcastle disease vaccine formulated as a cationic liposome. *Avian Pathology* 2012; 41(4): 355-360.
- Paillot R. A systematic review of recent advances in equine influenza vaccination. *Vaccines* 2014; 2: 797-831.
- Pan L., Zhang Z., Lv J., Zhou P., Hu W., Fang Y., Chen H., Liu X., Shao J., Zhao F., Ding Y., Lin T., Chang H., Zhang J., Zhang Y., Wang Y. Induction of mucosal immune responses and protection of cattle against direct-contact challenge by intranasal delivery with foot-and-mouth disease virus antigen mediated by nanoparticles. *International Journal of Nanomedicine* 2014; 9: 5603-5618.
- Perrie Y., Crofts F., Devitt A., Griffiths HR., Kastner E., Nadella V. Designing liposomal adjuvants for the next generation of vaccines. *Advanced Drug Delivery Reviews* 2016; 99: 85-96.

- Petrovsky N. Comparative safety of vaccine Adjuvants: a summary of current evidence and future needs. *Drug Safety* 2015; 38: 1059-1074.
- Pini A., Danskin D., Coackley W. Comparative evaluation of the potency of beta-propiolactone inactivated Newcastle disease vaccines prepared from a lentogenic strain and a velogenic strain. *Veterinary Record* 1965; 77: 127.
- Rauw F., Gardin Y., Palya V., Anbari S., Gonze M., Lemaire S., van den Berg T., Lambrecht B. The positive adjuvant effect of chitosan on antigen-specific cell-mediated immunity after chickens vaccination with live Newcastle disease vaccine. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 2010; 134(3-4): 249-258.
- Ren J., Yang L., Xu H., Zhang Y., Wan M., Liu G., Zhao L., Wang L., Yu Y. CpG oligodeoxynucleotide and montanide ISA 206 adjuvant combination augments the immune responses of a recombinant FMDV vaccine in cattle. *Vaccine* 2011; 29(45): 7960-7965.
- Sahdev P., Ochyl LJ., Moon JJ. Biomaterials for nanoparticle vaccine delivery system. *Pharmaceutical Research* 2014; 31: 2563-2582.
- Santos FN., Borja-Cabrera GP., Miyashiro LM., Grechi J., Reis AB., Moreira MAB., Filho OAM., Luvizotto MCR., Menz I., Pessoa LM., Gonçalves PR., Palatnik M., Palatnik-de Souza CB. Immunotherapy against experimental canine visceral leishmaniasis with the saponin enriched-Leishmune vaccine. *Vaccine* 2007; 25(33): 6176-6190.
- Sellers RF., Herniman KAJ. Early protection of pigs against foot and mouth disease. *British Veterinary Journal* 1974; 130: 440-445.
- Sesardic D., Rijpkema S., Patel BP. New adjuvants: EU regulatory developments. *Expert Review of Vaccines* 2007; 6: 849-861.
- Silveira F., Cibulski SP., Varela AP., Marques JM., Chabalgoity A., de Costa F., Yendo ACA., Gosmann G., Roehle PM., Fernandez C., Ferreira F. Quillaja brasiliensis saponins are less toxic than Quil A and have similar properties when used as an adjuvant for a viral antigen preparation. *Vaccine* 2011; 29(49): 9177-9182.
- Sparg SG., Light ME., van Staden J. Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology* 2004; 94(2-3): 219-243.
- Sun HX., Xie Y., Ye YP. Advances in saponin-based adjuvants. *Vaccine* 2009; 27: 1787-1796.
- Suzuki N., Hazama S., Iguchi H., Uesugi K., Tanaka H. et al. Phase II clinical trial of peptide cocktail therapy for patients with advanced pancreatic cancer: VENUS-PC study. *Cancer Science* 2017; 108(1): 73-80.
- Takeda K., Hemmi H., Akira S. Mechanism for recognition of CpG DNA. In: Hackett CJ, and Harn DA, eds. *Vaccine Adjuvants: Immunological and Clinical Principles*. Totowa, NJ: Humana Press, 2006: 69-86.
- Uenishi H., Shinkai H. Porcine Toll-like receptors: The front line of Pathogen monitoring and possible implications for disease resistance. *Developmental and Comparative Immunology* 2009; 33: 353-361.

- Ulanova M., Tarkowski A., Hahn-Zoric M., Hanson LA. The common vaccine adjuvant aluminum hydroxide upregulates accessory properties of human monocytes via an interleukin-4-dependent mechanism. *Infection and Immunology* 2001; 69: 1151-1159.
- Vecchi S., Bufali S., Skibinski DA., O'Hagan DT., Singh M. Aluminum adjuvant dose guidelines in vaccine formulation for preclinical evaluations. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 2012; 101: 17-20.
- Weissig V. Liposomes came first: The early history of liposomology. *Methods in Molecular Biology* 2017; 1522: 1-15.
- Xia Y., Fan Q., Hao D., Wu J., Ma G., Su Z. Chitosan-based mucosal adjuvants: Sunrise on the ocean. *Vaccine* 2015; 33(44): 5997-6010.
- Yaguchi K., Ohgitani T., Noro T., Kaneshige T., Shimizu Y. Vaccination of chickens with liposomal inactivated avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) vaccine by eye drop or coarse spray administration. *Avian Diseases Digest* 2009; 53(2): 245-249.
- Yau KP., Schulze DG., Johnston CT., Hem SL. Aluminum hydroxide adjuvant produced under constant reactant concentration. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 2006; 95: 1822-1833.
- Zhu D., Tuo W. QS-21: A potent vaccine adjuvant. *Natural Products Chemistry and Research* 2015; 3:e113.
- Zulpo DL., Headley SA., Biazzono L., da Cunha IA., Igarashi M., Danielde LB., Taroda A., Cardim TC., Bogado ALG., Navarro IT., Garcia JL. Oocyst shedding in cats vaccinated by the nasal and rectal routes with crude rhoptry proteins of *Toxoplasma gondii*. *Experimental Parasitology* 2012; 131(2): 223-230.