

**TOPRAK SU DERGİSİ**

**SOIL WATER JOURNAL**

**ISSN: 2146-7072**  
**E-ISSN: 2148-5534**

CİLT  
VOLUME **6**

SAYI  
NUMBER **1**

**2017**



TUBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı (Tarım Bilimleri)  
Tarafından taranmaktadır.

Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences  
Database.



TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Tarafından  
Yayımlanmaktadır.

Published by TUBİTAK-ULAKBİM Turkish JournalPark  
Academic Database.



TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik EBSCO Tarafından  
taranmaktadır.

Indexed by Turkish JournalPark Academic EBSCO Database.

# TOPRAK SU DERGİSİ

## SOIL WATER JOURNAL

**Yayın Sahibinin Adı / Published by**  
**Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına**  
**Enstitü Müdürü**

On behalf of the Central Research Institute of Soil Fertilizer and Water Resources  
Director of Institute

Aynur ÖZBAHÇE

**Editör / Editör-in-Chief**  
ARMAĞAN KARABULUT ALOE

**Yayın Kurulu / Editorial Board**  
Suat AKGÜL, Sevinç USLU KIRAN, Derya SÜREK, Hesna ÖZCAN, Esin ERDOĞAN,  
Oğuz BAŞKAN, İlknur YURDAKUL, Pınar BAHÇEÇİ ALSAN

**Yayın Türü : Yaygın Süreli Yayın**  
Type of Publication: Widely Distributed Periodical

**Yayın Dili : Türkçe ve İngilizce**  
Language: Turkish and English

**Hakemli bir dergidir**  
Peer reviewed journal

**Yılda iki kez yayınlanır**  
Published two times a year

**ISSN : 2146-7072**  
**E-ISSN : 2148-5534**

**Kapak Tasarım : Hüseyin Oğuzhan BEŞEN**

**Grafik Tasarım : Filiz ERYILMAZ**

**Basım Yeri : Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı - Eğitim Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı**  
İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No : 10 Yenimahalle, Ankara Türkiye

**Adres (Postal Addresses) : Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.**

İstanbul Yolu Üzeri, No : 32, 06170, Yenimahalle, Ankara - TÜRKİYE.

**Tel : (+90 312) 315 65 60 Belgegeçer / Fax : (+90 312) 315 29 31**

**E-posta / E-mail : [editor@topraksudergisi.gov.tr](mailto:editor@topraksudergisi.gov.tr)**

**Dergi Web Sayfası / Journal Home Page : <http://www.topraksudergisi.gov.tr>**

Soil Water Journal  
toprak su.  
dergisi

**CİLT 6**  
Volume

**2017**

**SAYI 1**  
Number

**ISSN : 2146-7072**  
**E-ISSN : 2148-5534**

**DANIŞMA KURULU\* (Advisory Board)\***

Sevinç ARCAK-Ankara Üniversitesi  
Tayfun AŞKIN-Ordu Üniversitesi  
Melahat AVCI-Ankara Üniversitesi  
Köksal AYDINŞAKIR-Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
Ihami BAYRAMİN-Ankara Üniversitesi  
Recep ÇAKIR-Onsekiz Mart Üniversitesi  
İsmail ÇAKMAK-Sabancı Üniversitesi  
Gökhan ÇAYÇI-Ankara Üniversitesi  
Öner ÇETİN-Dicle Üniversitesi  
Orhan DENGİZ-Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Hatice DUMANOĞLU-Ankara Üniversitesi  
Günay ERPUL-Ankara Üniversitesi  
Fikret EYÜPOĞLU-Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Emekli)  
Sait GEZGİN-Selçuk Üniversitesi  
Coşkun GÜLSER- Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Aydın GÜNEŞ-Ankara Üniversitesi  
İbrahim GÜRER-Yakın Doğu Üniversitesi  
Sema KALE ÇELİK-Süleyman Demirel Üniversitesi  
Rıza KANBER-Çukurova Üniversitesi (Emekli)  
Mehmet Rüştü KARAMAN- Ankara Yüksek İhtisas Üniversitesi Kurucu Rektörü  
Vahap KATKAT-Uludağ Üniversitesi (Emekli), Şeref KILIÇ-Ardahan Üniversitesi  
Rıdvan KIZILKAYA-Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Süleyman KODAL-Ankara Üniversitesi  
Eyüp Selim KÖKSAL-Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Yusuf KURUCU-Ege Üniversitesi  
Ahmet MERMUT-Harran Üniversitesi (Emekli)  
Ayten NAMLI-Ankara Üniversitesi  
Nejat ÖZEN-Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü  
Taşkın ÖZTAŞ-Atatürk Üniversitesi  
Osman SÖNMEZ-Harran Üniversitesi Süleyman TABAN-Ankara Üniversitesi  
Bülent TOPÇUOĞLU-Akdeniz Üniversitesi  
Metin TURAN-Yeditepe Üniversitesi  
Önder TÜRKMEN-Selçuk Üniversitesi  
Sadık USTA-Ankara Üniversitesi  
İlhami ÜNVER-Ankara Üniversitesi (Emekli)  
Ruhsar YANMAZ-Ankara Üniversitesi  
Engin YURTSEVEN-Ankara Üniversitesi

\*Bilim danışmanları soyadına göre dizilmiştir.

Soil Water Journal  
toprak su.  
dergisi

**İÇİNDEKİLER** (Contents)  
**Araştırmalar** (Research Articles)

- 1- Bursa'da İçme ve Kullanma Sularında İndikatör ve Bazı Patojen Bakterilerin Varlığının Araştırılması**  
*Investigation of the Presence of Indicator and Some Pathogenic Bacteria in Drinking and Usage Waters in Bursa*  
**Tülay Elal Muş, Figen Çetinkaya** ..... 1-6
- 2- Economic Return versus Crop Water Productivity of Watermelon under Full and Deficit Irrigation Conditions**  
*Tam ve Kısıntılı Sulama Koşullarında Karpuzun Su Kullanım Etkinliği Karşısında Ekonomik Getirisi*  
**Hayrettin Kuşcu, Ahmet Turhan, Hakan Büyükcangaz, Bilge Keskin, Ezgi Kurtulmuş, Ali Osman Demir** ..... 7-14
- 3- Bazalt Ana Materyali ve Farklı Topografik Pozisyonlar Üzerinde Oluşmuş Toprakların Bazı Topografik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri Arasındaki Doğrusal Regresyon Modellerinin Belirlenmesi**  
*Determination of Linear Regression Model Between Some Topographic and Physico-chemical Properties of Soils Formed on Different Topographic Position and Basalt Parent Material*  
**İmanverdi Ekberli, Orhan Dengiz**..... 15-27
- 4- Ankara İli Kırsal Alanda Süt Tüketim Düzeylerinin Belirlenmesi**  
*The determination of milk Consumption Level in Ankara Province*  
**Yasemen Demir, Erdoğan Güneş** ..... 28-35
- 5- Yarı Nemli Ilıman İklim Koşullarında Farklı Eğim ve Farklı Arazi Örtüsü Altında Toprak Gelişimi ve Agregat Stabilitesi Değişimi**  
*Variation of Aggregate Stability and Soil Development with Different Slope and Land Cover under Semi Moist Humid Climate Conditions*  
**Tülay Tuncay, Orhan Dengiz** ..... 36-43
- 6- Eskişehir İli Meralarının Azotlu ve Fosforlu Gübre Gereksinimlerinin Belirlenmesi**  
*Determination of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Requirements For Eskişehir Province Grasslands*  
**Celalettin Aygün, İsmail Kara, A. Levent Sever, İlker Erdoğan, A. Kadir Atalay, K. Aytaç Özyayın, Hakan Yıldız, Öztekin Urla, Metin Aydoğdu, Ediz Ünal, Osman Aydoğmuş, Fatma Dedeoğlu, M. Güven Tuğaç, Harun Torunlar, Hicrettin Cebel, Oğuz Başkan, Mehmet Keçeci, Mustafa Bozkurt**..... 44-51
- 7- Doğu Akdeniz Bölgesindeki Krom Maden Alanı Topraklarında Azot Mineralizasyonu**  
*Nitrogen Mineralization in Soils of Chromium Mine Area in the East Mediterranean Region*  
**Naciye Kızıldağ** ..... 52-57

Soil Water Journal  
toprak su.  
dergisi



## Bursa'da İçme ve Kullanma Sularında İndikatör ve Bazı Patojen Bakterilerin Varlığının Araştırılması

Tülay ELAL MUŞ<sup>1\*</sup>

Figen ÇETİNKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Keles Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Bursa  
<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Bursa

\*Sorumlu yazar e-mail (corresponding author e-mail) tulayelalmus@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 18.11.2016

Kabul tarihi (Accepted): 24.01.2017

### Öz

Bu çalışma, Bursa ili ve ilçelerinde çeşitli kaynaklardan temin edilen tüketim ve kullanım sularının mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirildi. Bu amaçla 119 şebeke ve 81 artezyen kuyu suyu olmak üzere, toplam 200 adet su örneği toplandı. Örneklerde membran filtrasyon yöntemiyle koliform, *E. coli*, enterokok, *S. aureus* ve *Salmonella* bakterilerinin varlığı araştırıldı. Artezyen kuyu suyu örneklerinde koliform, *E. coli* ve enterokok kontaminasyon oranları sırasıyla %72.8 (59/81), %48.1 (39/81) ve %40.7 (33/81) olarak saptandı. Şebeke sularında *E. coli* ve enterokok kontaminasyonu %2.5 (3/119), koliform ise %12.6 (15/119) olarak belirlendi. Sadece 1 adet artezyen kuyu suyu örneğinde patojen stafilocok (koagülaz pozitif *S. aureus*) bulunurken, örneklerin hiç birinde *Salmonella* tespit edilmedi. Analiz edilen örneklerin %37.5'inin (75 örnek) ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan su yönetmeliği kriterlerini karşılamadığı belirlendi. Ayrıca artezyen kaynak suyu örneklerinde, şebeke sularına oranla daha fazla kontaminasyon gözlemlendi. Mevcut çalışmanın sonuçları, su örneklerinde fekal indikatör bakterilerin varlığını ve bu suların tüketiminin immun sistemi baskılanmış, hasta ve yaşlılar ile çocuklarda potansiyel sağlık riski oluşturabileceğini ortaya koydu.

**Anahtar Kelimeler:** Su, mikrobiyoloji, koliform, *E. coli*, enterokok

## Investigation of the Presence of Indicator and Some Pathogenic Bacteria in Drinking and Usage Waters in Bursa

### Abstract

This study was conducted to determine of microbiological quality of drinking and usage waters obtained from different sources in Bursa province and its districts. For this purpose, a total of 200 samples including 119 tap and 81 artesian well waters were collected. The samples were investigated for the presence of coliform, *E. coli*, enterococci, *S. aureus* and *Salmonella* bacteria by membrane filtration method. Coliform, *E. coli*, enterococci contamination rates were found as 72.8% (59/81), 48.1% (39/81) and 40.7% (33/81) respectively, in the artesian well water samples. In the tap water samples, *E. coli* and enterococci contamination were determined as 2.5% (3/119) and coliform as 12.6% (15/119). Pathogen staphylococci (coagulase-positive *S. aureus*) were detected only in one artesian well water sample. On the other hand, *Salmonella* was not isolated from any water samples. It was determined that 37.5% (75 samples) of the analyzed samples did not comply with water guidelines criteria which were published by the Turkey Ministry of Health. Also the higher contamination rates were observed in artesian well water samples compared with the tap water. The results of the current study showed the presence of fecal indicator bacteria in water samples, and that these waters if consumed may constitute potential health risks in immune-compromised, ill, old people and children.

**Key Words:** Water, microbiology, coliform, *E. coli*, enterococci

## GİRİŞ

Su canlının yaşamını sürdürebilmesi için vazgeçilmez bir gereksinimdir (Osei vd., 2013). Canlılar gerekli suyu yeryüzünde akarsu, göl ve deniz gibi kaynaklardan veya kütlelerin boşluk ya da çatlaklarında toplanan sulardan sağlamaktadır. Son yıllarda hızlı nüfus artışı, endüstrileşmenin hızla gelişimi ve çarpık kentleşme nedeniyle su ve su kaynaklarına olan ihtiyaç giderek artmış, bunun sonucunda ise su kirlenmesi problemi ortaya çıkmıştır (Şimşek, 1999).

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından 2005 yılında Avrupa Birliği'ne üyelik müzakereleri kapsamında çıkartılan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" kaynak suları, içme suları ve içme-kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsamaktadır. Bu yönetmelikte insani tüketim amaçlı sular; orijinal haliyle ya da işlendikten sonra dağıtım ağı, tanker, şişe veya kaplar ile tüketime sunulan içme, pişirme, gıda hazırlama ya da diğer evsel amaçlar için kullanılan bütün sular olarak tanımlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

Güvenli içme suyuna erişim ve atık su arıtımı, uluslararası düzeyde insan yaşamının sürdürülmesinde halk sağlığı için başlıca kriter ve gereklilik olarak bilinir (Daley vd., 2015). Bununla birlikte pek çok düşük-orta gelirli ülkede, güvenli içme suyuna evrensel erişim ve temel arıtım, büyük bir sorun olmaya devam etmektedir (Gine-Garriga vd., 2013). Öyle ki 2015 yılında tüm dünyada, çoğunluğu kırsal alandan olmak üzere, 663 milyon kişinin henüz içme, pişirme ve hijyenik amaçlar için göller veya barajlardan sağlanan yüzey suları gibi iyileştirilmemiş su kaynaklarını kullandığı rapor edilmiştir (Rieger vd., 2016).

İçme suyu kalitesi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde insan sağlığı için önemli bir sorundur (Uwimpuhwe, 2012). Suların direkt ya da indirekt olarak insan veya hayvanların dışkılarıyla ya da dışkıda bulunan mikroorganizmalarla kontaminasyonu, tüketicilerin su kaynaklı hastalıklara yakalanmasında önemli rol oynamaktadır (Olaoye ve Onilude, 2009). Su kaynaklı hastalıklar, patojen mikroorganizmalarla kontamine suyun farklı amaçlarla kullanılması veya içilmesi ile iletilen hastalıklar olarak tanımlanmakta ve bu hastalıklardan protozoalar, virüsler, bakteriler ve intestinal parazitler sorumlu tutulmaktadır

(Forstinus vd., 2016). Yetersiz kalitede içme suyu kolera (*Vibrio cholerae*), tifo/paratifo (*Salmonella Typhi* ve *S. Paratyphi*), sulu ishal (*Escherichia coli*), basiller dizanteri (*Shigella dysenteriae*), kriptosporidiozis (*Cryptosporidium*), giardiazis (*Giardia lamblia*), poliomyelit (poliovirüs), hepatit A ve E gibi çeşitli hastalık etkeni mikrobiyal patojenlerin insanlara nakledilmesinde ve su kaynaklı hastalıkların yayılmasında önemli rol oynamaktadır (Olaoye ve Onilude, 2009; Forstinus vd., 2016). İçme suyunun mikrobiyal patojenleri geniş insan kitlelerine transfer etme ve sonrasında hastalıklara neden olma potansiyeli, ekonomik gelişimin tüm seviyelerindeki ülkelerde iyi dökümanite edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tüm dünyada her yıl su ile ilişkili 4 milyar hastalık vakası görüldüğünü ve bunlardan 1.8 milyonunun hayatını kaybettiğini rapor etmiştir. Bu ölümlerden yaklaşık %99.8'i gelişmekte olan ülkelerde ve %90'ı 5 yaşın altındaki çocuklarda görülmüştür. Ayrıca bu hastalıklardan %88'i uygun olmayan su kaynakları, zayıf sanitasyon ve hijyen nedeniyle ortaya çıkmıştır (Uwimpuhwe, 2012; Forstinus vd., 2016).

Mevcut çalışma, Bursa ili ve ilçelerindeki çeşitli su kaynaklarından temin edilen içme ve kullanma sularında "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"te belirtilen *E. coli*, koliform bakteri ve enterokokların varlığını ve/veya sayısını belirlemek ve ayrıca halk sağlığı için potansiyel risk oluşturan *S. aureus* ve *Salmonella* gibi patojenlerin yaygınlığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Kasım 2013-Haziran 2015 tarihleri arasında Bursa ili ve çeşitli ilçelerinden 119 şebeke ve 81 artezyen kuyu suyu olmak üzere toplam 200 adet içme ve kullanma suyu örneği sonbahar (31 örnek), kış (30 örnek), ilkbahar (39 örnek) ve yaz (70 örnek) aylarında toplanmış ve materyal olarak kullanılmıştır. Örnekleme noktaları ve buralardan alınan örnek sayıları Şekil 1'de özetlenmiştir. Çalışma süresince her bir örnekleme noktasından sadece bir defa örnek alınmıştır. Örnekler aseptik koşullarda steril koyu renkli cam şişeler (1000 ml) içerisinde, soğuk zincir altında laboratuara nakledilmiş ve aynı gün içerisinde tüm analizler gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 1.** Su örneklerinin alındığı lokasyonlar ve örnek sayıları  
**Figure 1.** Locations of water samples and the number of samples

Su örneklerindeki koliform bakteri, *E. coli*, enterokok, *S. aureus* ve *Salmonella*'nın izolasyonunda membran filtrasyon yönteminden yararlanılmıştır.

Koliform bakteri ve *Escherichia coli*'nin izolasyonu ve sayımı (TSE, 2014) amacıyla, 100 ml su örneği membran filtre cihazında bulunan membran filtrelerden süzölmüş ve filtre kağıdı Lactose TTC Tergitol 7 Agar üzerine yerleştirilmiştir. Plakların koliform bakteriler için  $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de  $21\pm 3$  saat, *E. coli* için ise  $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de  $44\pm 4$  saat süreyle inkübasyonu sonrası sarı veya turuncu renkli koloniler koliform olarak tanımlanmıştır. *E. coli* identifikasyonu için  $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de üreyen sarı turuncu koloniler bir öze yardımı ile Tryptic Soy Agar'da üretilmiş ve oksidaz negatif ve indol pozitif olanlar *E. coli* olarak tanımlanmıştır.

Enterokokların izolasyonu ve sayımı (TSE, 2002) için 100 ml su örneği membran filtrelerden süzölmüş ve filtre kağıdı Slanetz and Bartley Agar üzerine yerleştirilmiştir.  $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de  $44\pm 4$  saatlik inkübasyonu takiben, kırmızı-kahverengi koloniler muhtemel enterokok kolonileri olarak kabul edilmiş ve pens yardımı ile membran filtre ters çevrilmeden Safra Eskülin Azid Agar (1 saat boyunca  $44\pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıkta önceden ısıtılmış) üzerine transfer edilmiştir.  $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2 saatlik inkübasyon sonrası siyah haleye sahip koloniler, enterokok pozitif olarak değerlendirilmiştir.

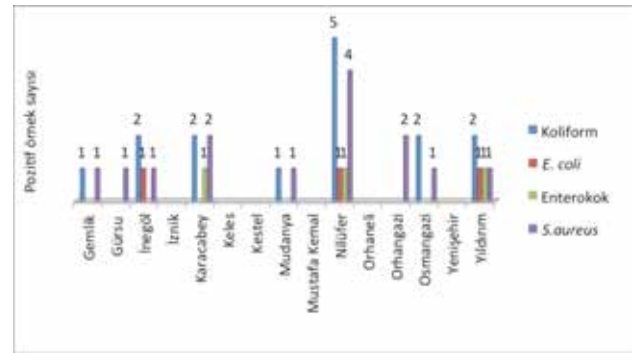
*S. aureus* sayıları ise 100 ml su örneğinin filtre edilmesi ve filtre kağıdının Baird Parker Agar yüzeyine yerleştirilmesini takiben, plakların  $37^\circ\text{C}$ 'de 48 saatlik inkübasyonu ile belirlenmiştir (Fransız Standardı, 2006). İzole edilen tüm *S. aureus* suşlarında koagülaz aktivitesi test edilmiştir.

*Salmonella* izolasyonu ISO 19250'de önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir (ISO, 2010). Bu

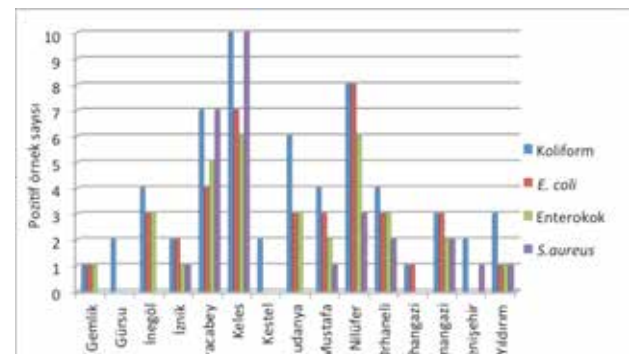
amaçla 600 ml su örneği membran filtreden geçirilmiş ve filtre kağıdı tamponlanmış peptonlu suda 16-20 saat süre ile  $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Ön zenginleştirme kültürünün 0.1 ml'si 10 ml Rappaport Vasiliadis Broth'a transfer edilmiş ve  $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de  $18\pm 24$  saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrasında bir öze dolusu kültürün Xylose Lysine Tergitol 4 Agar plaklarına çizme plak tekniği ile ekimi yapılmış ve plakların  $37^\circ\text{C}$ 'de 24 saat süreyle inkübasyonu sağlanmıştır. Siyah merkezli renksiz veya pembe koloniler doğrulama amacıyla üre broth, lysine iron agar ve triple sugar iron agara inokule edilmiştir.

## BULGULAR

Şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinde koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* pozitif örnek sayıları ve bu örneklerin ilçelere göre dağılımı Şekil 2 ve Şekil 3'de sunulmuştur.



**Şekil 2.** Şebeke sularında koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* tespit edilen örnek sayıları ve ilçelere göre dağılımı  
**Figure 2.** The number and distribution by districts of samples determined coliform bacteria, *E. coli*, enterococci and *S. aureus* in the tap waters



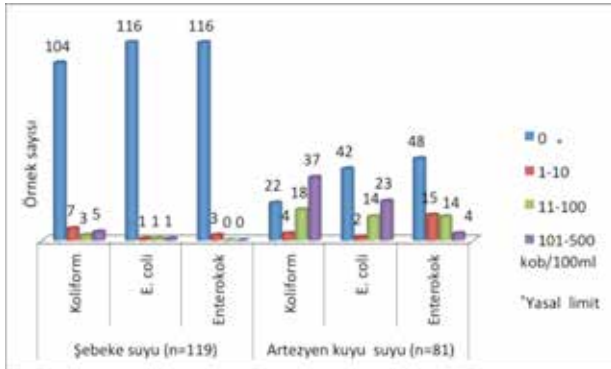
**Şekil 3.** Artezyen kuyu sularında koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* tespit edilen örnek sayıları ve ilçelere göre dağılımı

**Figure 3.** The number and distribution by districts of samples detected coliform bacteria, *E. coli*, enterococci and *S. aureus* in artesian well waters

119 şebeke suyu örneğinin 15'inde (%12.6) koliform bakteri, 3'ünde (%2.5) *E. coli* ve 3'ünde (%2.5) enterokok kontaminasyonu gözlenmiştir (Şekil 2). Örneklerdeki koliform bakteri sayıları 1-500 kob 100 ml düzeyleri arasında değişirken, *E. coli* sayıları 1-300 kob 100 ml ve enterokok sayıları 1-2 kob 100 ml arasında değişmiştir. 3 örnekte koliform bakteri sayısı 500 kob 100 ml ve 1 örnekte *E. coli* sayısı 300 kob 100 ml olarak saptanmıştır.

81 artezyen kuyu suyu örneğinin 39'u (%48.1) *E. coli* ve 33'ünün (%40.7) enterokokları içermekte olduğu gözlenmiştir (Şekil 3). Koliform bakterilerin sayıları 1-500 kob 100 ml arasında değişkenlik göstermiştir. Diğer taraftan *E. coli* ve enterokokların sayıları sırasıyla 3-500 kob 100 ml ve 1-500 kob 100 ml olarak tespit edilmiştir. 25 örnekte koliform bakteri ve 10 örnekte *E. coli* sayıları 500 kob 100 ml olarak saptanmıştır.

Şebeke ve artezyen kuyu sularında örnek tipine göre koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok sayılarının dağılımı Şekil 4'de özetlenmiştir.



Şekil 4. Örnek tipine göre mikroorganizma sayılarının (kob.100 ml) dağılımı

Figure 4. Distribution of microorganism numbers (cfu/100 ml) by sample type

Çizelge 1'de analiz edilen su örneklerindeki *E. coli*, *S. aureus* ve *Salmonella* spp. için belirlenen yaygınlık oranlarını gösterilmiştir. Analizler sonucunda şebeke suyu örneklerinin 14'ünden (%11.8) *S. aureus* izole edilmiş ve 172 No'lu şebeke suyu örneği dışında (500 kob 100 ml), etken sayılarının 1-13 kob 100 ml arasında değiştiği

belirlenmiştir. Diğer taraftan artezyen kuyu suyu örneklerinin 28'inde (%34.6) *S. aureus* varlığı tespit edilmiştir. Artezyen kuyu sularından 3 örnekte 300 kob 100 ml ve diğer 3 örnekte 500 kob 100 ml olduğu saptanan *S. aureus* sayılarının, kalan su örneklerinde ise 1-50 kob 100 ml arasında değiştiği ortaya konmuştur. Ayrıca 14 No'lu artezyen kuyu suyu örneğinden izole edilen *S. aureus* suşu koagülaz pozitif özellik göstermiştir.

Diğer taraftan şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* varlığına rastlanmamıştır (Çizelge 1).

## SONUÇLAR ve TARTIŞMA

"İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"e göre; içme-kullanma sularının 100 ml'sinde, içme suları ve kaynak sularının ise 250 ml'sinde koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok bulunmamalıdır. Yine aynı yönetmelik EK-1'de, içme sularının 100 ml'sinin ve kaynak sularının 50 ml'sinin patojen stafilkokları içermemesi gerektiği bildirilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2013). Mevcut çalışma sonuçlarına göre analiz edilen su örneklerinin %37.5'inde koliform, *E. coli* ve patojen stafilkok bakterilerinden en az bir veya daha fazlasının varlığı tespit edilmiş ve böylece yasal limitlere uygun olmadığı ortaya konmuştur. Örneklerin 42'sinde *S. aureus* varlığı tespit edilmesine karşın, sadece bir izolat koagülaz pozitif olarak tanımlanmıştır. Bu durum yalnızca bir artezyen kuyu suyu örneğinin patojen stafilkok bakımından yönetmelik şartları dışında olduğunu göstermiştir. Çeşitli su örneklerine ait benzer kontaminasyon sonuçları farklı illerde birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiş ve bunlar aşağıda özetlenmiştir.

Adana ili ve çeşitli ilçelerinden toplanan içme suyu örneklerinin membran filtrasyon yöntemiyle analizleri sonucunda koliform bakteri ve *E. coli* izolasyonu gözlenmediği buna karşılık örneklerde *Shigella* spp. kontaminasyonu belirlendiği rapor edilmiştir (Özaslan, 2009). Alemdar vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Kasım 2006-Mayıs 2007 tarihlerinde Bitlis ili ve ilçelerindeki

Çizelge 1. Şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinde patojen bakterilerin yaygınlığı

Table 1. Prevalance of pathogenic bacteria in the tap and artesian well water samples

Örnek tipi	Örnek sayısı	Pozitif örnek sayısı (%)		
		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.
Şebeke suyu	119	3 (2.5)	14 (11.8)	-
Artezyen kuyu suyu	81	39 (48.1)	28 (34.6)	-
Toplam	200	42 (21)	42 (21)	-

51 depo ve 113 musluk suyu olmak üzere toplam 164 su örneği toplanmış ve membran filtrasyon yöntemiyle örneklerin analizleri merkezdeki musluk sularının %14'ünün enterokok, %7'sinin koliform bakteri ve %7'sinin *E. coli* içerdiği ortaya konmuştur. Araştırmacılar örneklerdeki bakteri sayılarının 501-5000/100 ml arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kars ve Sarıkamış garnizonundaki askeri birliklerde içme suyu olarak kullanılan kaynaklarından Temmuz-Aralık 2005 periyodu süresince toplanan 1469 adet su örneğinin %30'unun *E. coli* içerdiği rapor edilmiştir (Kireççi vd., 2006). Kurt vd. (2009) Mersin ili Halk Sağlığı Laboratuvarı'ndaki 6641'i şebeke suyu ve 491'i diğer su kaynaklarına ait olmak üzere toplam 7132 adet içme-kullanma suyu örneğinin 2004 yılı bakteriyolojik analiz sonuçlarına ilişkin kayıtlara dayalı olarak, bu örneklerden 844'ünün (%11,8) koliform bakteri içerdiğini bildirmiştir. Ocak 2005-Aralık 2005 tarihleri arasında Tokat ili Halk Sağlığı Laboratuvarı'na periyodik olarak getirilen 2295'i şebeke ve 200 kaynak suyu olmak üzere toplam 2495 içme ve kullanma suyu örneğinin analiz sonuçları 223'ünde (%65.3) koliform bakteri ve 119'unda (%34.7) ısıya toleranslı *E. coli* (fokal koliform) kontaminasyonunu göstermiştir (Avcı vd., 2006). Alışarlı vd. (2007) Van ili ve ilçelerinden sağladıkları kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından oluşan 366 örneğin mikrobiyolojik kalitesini incelemek üzere yaptıkları çalışmalarında; kaynak/çeşme sularında enterokok, koliform bakteri ve *E. coli* kontaminasyon oranlarını sırasıyla %40.6, %66.7 ve %11.6 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar inceledikleri 140 musluk suyu örneğinin %39.3'ünün enterokoklar, %69.3'ünün koliform bakteriler ve %5'inin *E. coli* içerdiğini bildirmiştir. Aydın Halk Sağlığı Laboratuvarı tarafından 2004 yılında analiz edilen su örneklerinin %16.6'sının tüketime uygun olmadığı rapor edilmiştir (Atasoylu vd., 2006).

Bursa'da gerçekleştirilen bazı çalışmalarda Anar ve Günşen (2000) inceledikleri içme ve kullanma sularının %7'sinin koliform bakteri içerdiğini, diğer taraftan Çetinkaya vd. (2007) artezyen kuyu suyu örneklerinde *Salmonella* izolasyonuna rastlanmadığını bildirmiş olup, mevcut çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Ülkemiz yanı sıra dünyada sulara indikatör bakteri varlığını tespit eden yayınlar bulunmaktadır. Hindistan'da yapılan bir çalışmada Kanyakumari bölgesine içme ve kullanma suyu

taşıyan kanaldan alınan su örneklerinde koliform, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shewanella putrefaciens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* ve *Proteus mirabilis* kontaminasyonu saptandığı rapor edilmiştir (Antony ve Renuga, 2012). Portekiz'de doğal kaynaklardan, sokak çeşmelerinden ve su kuyularından toplanan içme suyu örneklerinde enterokok varlığı belirlendiği bildirilmiştir (Macedo vd., 2011).

Şebeke suyu örneklerinde gözlenen mikrobiyolojik bulaşmanın, içme suyu şebekesinde gözlenen bakteriyel üreme, arıtmayı takiben suda canlılığını sürdüren bakteri sayısı, suyun dağıtım kanallarında bekleme süresi, boru ve bağlantı materyalleri, yağmur, sıcaklık ve sediment birikimi gibi sebeplerden biri kaynaklı olabileceği rapor edilmiştir (Alkan vd. 2005). Diğer taraftan özellikle insanların ve endüstrinin yoğun olduğu bölgelerde konutlar, sanayi kuruluşları ve benzer diğer kuruluşlardan kaynaklanan kanalizasyon ve atık suların çevreye verilmesi, bunların yer altı sularına karışmasına ve artezyen kuyu suları gibi su kaynaklarının mikrobiyal kirliliğine yol açmış olabilir.

Mevcut çalışma sonucunda, Bursa ili ve ilçelerinden toplanan su örneklerinde hijyen indikatörü bakterilerin (koliform, *E.coli*, enterokok) varlığı ortaya konmuş ve ayrıca musluk sularının aksine, artezyen kuyu sularının söz konusu bakterilerle kontaminasyon oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontamine artezyen kuyu sularının tarımsal amaçlı kullanımı, fokal bakterilerin doğada yayılmasına ve yine bu sular kullanılarak yetiştirilen gıdaların immun sistemi zayıf bireyler, yaşlılar ve çocuklar tarafından tüketilmesi gıda kaynaklı enfeksiyonların şekillenmesine neden olabilir. Dolayısıyla bu durumun halk sağlığı açısından potansiyel bir risk olarak değerlendirilmesi ve bu riskleri önlemek için ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından patojen ya da sayıları yasal limitlerin üzerinde belirlenen bakterilerle kontamine artezyen kuyu sularının, gerek içme ve gerekse diğer amaçlarla (yemek yapma, temizlik, gıdaların hazırlanması, vb.) kullanımının uygun olmadığına yönelik bilgilendirme çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından HDP(V) 2013-19 nolu proje ile desteklenmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alışarlı M (2009). Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji* 19, 73: 29-38.
- Alışarlı M, Ağaoğlu S, Alemdar S (2007). Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 67-77.
- Alkan U, Teksoy A, Acar Ö (2005). İçme suyu şebekesinde bakteriyel yeniden çoğalmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *İTÜ Dergisi*, 15: 43-55.
- Anar Ş, Günşen U (2000). Bursa il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 31-33.
- Antony RM, Renuga FB (2012). Microbiological analysis of drinking water quality of Ananthanar channel of Kanyakumari district, Tamil Nadu, India. *Ambi-Agua, Taubate*, 7 (2): 42-48.
- Atasoylu G, Okyay P, Güney N, Deniz Y, Çobanoğlu M, Beşer E (2006). Aydın ili halk sağlığı laboratuvarı 2004 yılı içme ve kullanma suyu analizleri. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 5 (3): 187-195.
- Avcı S, Bakıcı MZ, Erandaç M (2006). Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28 (4): 107-112.
- Çetinkaya F, Çıbık R, Soyutemiz E (2005). Bursalda içme maksatlı kullanılan artezyen kuyu sularında Salmonella ve Shigella varlığının araştırılması. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 23 (1): 79-82.
- Daley K, Castleden H, Jamieson R, Furgal C, Ell L (2015). Water systems, sanitation, and public health risks in remote communities: Inuit resident perspectives from the Canadian Arctic. *Social Science and Medicine*, 135: 124-132.
- Forstinus NO, Ikechukwu NE, Emenike MP, Christiana AO (2016). Water and waterborne diseases: A review. *International Journal of Tropical Diseases and Health*, 12 (4): 1-14.
- Fransız Standardı (2006). XP T90-412, Water quality - Detection and enumeration of pathogenic staphylococci - Method by membrane filtration.
- Gine-Garriga R, De Palencia AJF, Perez-Foguet A (2013). Water sanitation hygiene mapping: An improved approach for data collection at local level. *Science of the Total Environment*, 463-464: 700-711.
- ISO (International Standards Organization) (2010). ISO 19250:2010, Water quality-Detection of Salmonella spp.
- Kireççi E, Savaşçı M, Uslu H (2006). Kars ve Sarıkamış çevresindeki içme suyu kaynaklarından membran filtrasyon yöntemi ile Escherichia coli izolasyonu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1 (1-2): 29-32.
- Kurt AÖ, Şaşmaz T, Buğdaycı R, Öner S, Kızılok A (2009). Mersin ili içme kullanma suyu numunelerinin bakteriyolojik yönden değerlendirilmesi. *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 7 (1): 23-31.
- Macedo AS, Freitas AR, Abreu C, Machado E, Peixe L, Sousa JC, Novais C (2011). Characterization of antibiotic resistant enterococci isolated from untreated waters for human consumption in Portugal. *International Journal of Food Microbiology*, 145: 315-319.
- Olaoye OA, Onilude AA (2009). Assessment of microbiological quality of sachet-packaged drinking water in Western Nigeria and its public health significance. *Public Health*, 123: 729-734.
- Osei AS, Newman MJ, Mingle JAA, Ayeh-Kumi PF, Kwasi MO (2013). Microbiological quality of packaged water sold in Accra, Ghana. *Food Control*, 31: 172-175.
- Özaslan A (2009). Adana içme suyunda fekal koliform düzeyinin belirlenmesi ve antibiyotik dirençlilik frekansı. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rieger K, Holm RH, Sheridan H (2016). Access to groundwater and link to the impact on quality of life: A look at the past, present and future public health needs in Mzimba District, Malawi. *Groundwater for Sustainable Development*, 2-3: 117-129.
- Sağlık Bakanlığı (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu) (2013). İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik. *Resmi Gazete*, 7 Mart 2013, Sayı: 28580.
- Şimşek C (1999). Silivri bölgesi içme ve kullanma sularının fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (2014). TS EN ISO 9308-1, Su kalitesi – Escherichia coli ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı- Bölüm 1: Düşük bakterili zemin floral sular için membranla süzme yöntemi.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (2002). TS EN ISO 7899-2, Su kalitesi – Bağırsak enterokoklarının tespiti ve sayımı – Bölüm 2: Membran süzme yöntemi.
- Uwimpuhwe M (2012). Microbiological drinking water quality and prevalence of waterborne diseases in Masaka, Rwanda. Master tezi, Durban University of Technology, Environmental Health in the Faculty of Health Sciences, South Africa.

# Economic Return versus Crop Water Productivity of Watermelon under Full and Deficit Irrigation Conditions

Hayrettin KUŞÇU<sup>1\*</sup>  
Bilge KESKİN<sup>1</sup>

Ahmet TURHAN<sup>2</sup>  
Ezgi KURTULMUŞ<sup>1</sup>

Hakan BÜYÜKCANGAZ<sup>1</sup>  
Ali Osman DEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludag University, Faculty of Agriculture, Biosystems Engineering Department, 16059 Bursa, Turkey;

<sup>2</sup>Uludag University, Mustafakemalpaşa Vocational School, Crop and Animal Production Department, Bursa, Turkey

\*corresponding author e-mail (sorumlu yazar e-mail) kuscu@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 02.01.2017

Kabul tarihi (Accepted): 15.02.2017

## Abstract

Field research was carried out in a sub humid climate at the Uludag University, Bursa, Turkey. Using the yield data obtained from the field research for 2011 and 2012, a partial economic analysis was conducted for watermelon (*Citrullus vulgaris*, var. Crimson Sweet) at four drip irrigation treatments of full irrigation [FI, 100% evapotranspiration ( $ET_c$ )] and deficit irrigation (DI) [75% FI, 50% FI and 25% FI] and then compared to both physical and economic water use efficiency (WUE). Total costs and net incomes differed among irrigation strategies. Marketable yield (MY) and net income to land decreased with decreases in the amount of irrigation. The highest MY and net income to land were obtained with the full irrigation treatment. The results showed that full irrigation is recommended under non-water-limiting environments for higher yield and net income. The highest net income to water, physical WUE and economic WUE values were resulted from the 75% FI. With consideration to net income and water use efficiency, deficit irrigation management strategy of 75% FI under water-limiting conditions can be preferable, because it achieved irrigation water savings of 25%, an increase of 9% in crop water use efficiency and an acceptable net income with a yield loss of only approximately 8% compared with full irrigation.

**Key Words:** *Citrullus vulgaris*, limited irrigation, economic analysis, evapotranspiration, water use efficiency

## Tam ve Kısıntılı Sulama Koşullarında Karpuzun Su Kullanım Etkinliği Karşısında Ekonomik Getirisi

### Öz

Tarla denemeleri, yarı nemli bir iklimde (Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye) yürütülmüştür. Tarla denemelerinden 2011 ve 2012 yıllarında elde edilen veri kullanılarak, tam sulama [FI, %100 bitki su tüketimi ( $ET_c$ )] ve kısıntılı sulama (DI) [%75 FI, %50 FI ve %25 FI] konularını içeren ve damla sulama ile sulanan karpuz (*Citrullus vulgaris*, Crimson Sweet çeşidi) için bir kısmi ekonomik analiz gerçekleştirilmiş ve sonrasında sonuçlar fiziksel ve ekonomik su kullanım etkinliği (WUE) ile karşılaştırılmıştır. Toplam maliyetler ve net kazançlar sulama stratejileri arasında farklılık göstermiştir. Pazarlanabilir verim (MY) ve arazi başına net kazanç, sulama miktarındaki azalmayla azalmıştır. En yüksek MY ve arazi başına net kazanç, tam sulama konusundan elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, daha yüksek verim ve net kazanç için suyun kısıtlı olmadığı çevrelerde tam sulama konusu tavsiye edilmektedir. Birim su başına net kazanç, fiziksel WUE ve ekonomik WUE'nin en yüksek değerleri %75 FI denemesinden elde edilmiştir. Net kazanç ve su kullanım etkinliği birlikte değerlendirildiğinde, suyun kısıtlı olduğu koşullarda %75 FI kısıntılı sulama stratejisi tercih edilebilir. Bu strateji ile tam sulama konusuna kıyasla %25 sulama suyu tasarrufu, bitki su kullanım etkinliğinde %9'luk bir artış ve yalnızca %8'lik bir verim azalmasıyla kabul edilebilir düzeyde net kazanç elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Citrullus vulgaris*, kısıntılı sulama, ekonomik analiz, evapotranspirasyon, su kullanım etkinliği

## INTRODUCTION

Water is generally the most vital factor limiting expansion and development of agriculture in Marmara region, a sub-humid climate of Turkey (Karasu et al., 2015). The Marmara, the most crowded region of Turkey, is experiencing a serious water scarcity in dry years. The region receives sufficient rainfall during September to May whereas the other months are relatively drier. The main irrigation water sources for dry-season crop production are commonly irrigation canals constructed by the General Directorate of State Hydraulic Works. During the last 20 years, Marmara region experienced a few meteorological droughts in 1996, 2001, 2007 and 2013 which has adversely affected crop yield. To meet the growing food needs of increasing population, it is necessary to increase the yield per unit area (vertical expansion) or open up the new agricultural lands (horizontal expansion) to the agricultural production. Developing stress/drought-tolerant crop varieties, irrigation scheduling based on water saving and cultivating low water-demand crops may be strategic approaches in achieving sustainable agriculture (Qadir et al., 2003; Ali et al., 2007). Water consumption can be reduced by DI strategies without any adverse effect on yield (Zhang et al., 2004; Ali et al., 2007). To pursue this strategy, it is crucial to identify crop yield response to DI conditions. It is also substantial to compare the financial returns or economic advantages under full irrigation and DI (Ali et al., 2007).

Net farm income may be increased by reducing costs through DI strategies as many researchers have concluded (de Andrade et al., 2001; Lu et al., 2003; Namdari, 2011; Moradi et al., 2015). The possible gains of DI can be achieved by that factors such as reduced irrigation cost, increased water use efficiency and the opportunity cost of water (English, 1990). Reduced yield under DI conditions may be recovered by increasing production from the extra area irrigated by the water gained DI (Ali et al., 2007).

In former researches, it is summarized that watermelon yield reduces at DI conditions (Wang et al., 2004; Erdem et al., 2005; Kuşçu et al., 2015). Erdem and Yuksel (2003) investigated the yield response of watermelon to DI. They reported from a 2-years study that well irrigated crops produced the highest yield and flowering was

the most sensitive phenologic stage to soil water deficit. However, they did not evaluate water use efficiency and net farmer incomes under different DI strategies.

At the South-eastern Anatolian Project Region of Turkey, Simsek et al. (2004) reported the highest watermelon fruit yield with a 1.25 ratio of irrigation water/cumulative pan evaporation. Rouphael et al. (2008) found that marketable yield decreased with DI, but WUE increased under DI conditions. Leskovar et al. (2003) observed that severe DI decreased fruit yield of some cultivars of diploid and triploid watermelon, and contents of vitamin C and lycopene did not reduce with DI at 0.75 evapotranspiration.

Many studies have been done in many different ecological conditions to conclude the effects of DI on yield and yield-water relations of watermelon. However, studies which investigated the economic return are rare to choose the most economic irrigation program. Water scarcity is often a much less important problem for farmers than soil limitations such as insufficient water holding capacity, soil salinity and shallowness, etc. because their main goal is to maximize their income per area (Luquet et al., 2005). Before DI can be accepted as a management strategy, its effect on marketable yield, quality and net income should be determined based on water–yield relationships and an economic evaluation (Kuşçu et al., 2014). We examined the effects of full and deficit irrigation strategies on yield, physical and economic water use efficiency, and the net income of watermelon production in southern Marmara Region of Turkey.

## MATERIAL AND METHODS

Field experiments of watermelon (*Citrullus Vulgaris*) were conducted at the University of Uludag-Mustafakemalpasa Vocational School Agricultural Research Center, Bursa, Turkey [40.03° N and 28.38° W] in 2011 and 2012. The local climate is temperate, the summers are hot and dry, and the winters are mild and rainy. According to long-term meteorological data (1975–2010), the annual mean rainfall, temperature, and relative humidity are 681 mm, 14 °C, and 68%, respectively. The total rainfall during the growing season was 52 mm in 2011 and 103 mm in 2012. The climate in this part of



the country is classified as sub-humid according to the Thornthwaite climate classification system (Feddema, 2005). The soil structure is clay loam. Average field capacity was 35%, wilting point 20%, bulk density  $1.38 \text{ g cm}^{-3}$  and total available moisture (TAM) 186 mm for 0–90 cm soil depth based on gravimetric method.

The research was carried out in a completely randomized block design with three replications. The irrigation treatments under investigation were fully irrigated (FI), 75% of FI, 50% of FI, and 25% of FI. The treatments were realized based on soil water depletion (SWD) replenishments. The fully irrigated treatment was designed to receive 100% SWD when approximately 30% of TAM was depleted. The soil water content was observed at 0.3 m incremental depths to 1.2 m prior to and after irrigation from each plot in all randomized blocks throughout the whole growing season.

Watermelon seedlings (Crimson Sweet variety) were transplanted to the treatment plots, on 23 and 16 May in 2011 and 2012 respectively. Watermelon was grown on 12 plots (4.8x5.0 m) and each DI treatment was applied on three plots for both experiments. The plant–plant spacing and row spacing were 1.0 and 1.2 m, respectively. A total of  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  and  $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  fertilizer was applied to the experimental field in the light of recommendations based on the soil productivity analysis.

The drip irrigation method was used for irrigation. The laterals were installed in each row (1.2 m apart). The thick-walled dripper lines have possessed inline compensating emitter pressure, and the emitters' discharge rate was  $3.0 \text{ L h}^{-1}$  under pressure of 1 atm. The emitter spacing was selected as 0.40 m based on the soil physical characteristics (Yıldırım, 2013). The water was supplied from the Mustafakemalpaşa Aquifer. Water was given into the plot based on the calculated volume. The system was installed in the plots before transplanting in both seasons. Irrigation water was applied to all plots during transplantation in order to bring existing soil moisture in the field capacity to a 90 cm soil depth (43 mm in 2011 and 31 mm in 2012).

Soil moisture was gravimetrically determined. While the moisture content of 0.9 m was used for the calculation of applied water amount in each irrigation, that of 1.2 m soil depth was employed

for the seasonal crop evapotranspiration rate. Soil water balance method was applied to determine crop seasonal evapotranspiration ( $ET_c$ ) for each plot (Yıldırım et al., 2009). The actual crop  $ET_c$  under the different irrigation treatments was estimated using the following soil water balance equation (Garrity et al., 1982):

$$ET_c = I + P \pm \Delta S - D$$

where  $I$  is the irrigation water (mm),  $P$  is the precipitation (mm),  $\Delta S$  is the change in soil water storage (mm) and  $D$  is the deep percolation below the root zone. In the equation,  $I$  was measured using water meters,  $P$  was observed at the automated weather observing station located 1 km east of the experimental area and  $\Delta S$  was obtained from gravimetric moisture observations in the soil profile to a depth of 0.9 m. Whenever the available water in the root zone (0–0.9 m) and the total amount of water applied by irrigation or rainfall were above the field capacity, the water was assumed to enter the deep percolation below the root zone.

During both the years, the watermelon fruits were harvested during last week of August.

Gross and net income was assessed by partial economic analysis for all treatments. Gross income was determined using the two-year average market price (TL 0.25 per kg) of watermelon fruit in the study area; and net income to land (TL  $\text{ha}^{-1}$ ) was calculated by subtracting total operational costs from gross income. Net income to water (TL  $\text{m}^{-3}$ ) also calculated by dividing the irrigation water amount per unit area of the net income to land. The cost of irrigation labour for each treatment was estimated by multiplying the hourly labour cost (TL  $4.72 \text{ hour}^{-1}$ ) and the seasonal irrigation duration (hour  $\text{ha}^{-1}$ ). The hourly labour cost was estimated by dividing the average daily wage of seasonal agricultural workers in 2011 and 2012 years by the daily working time (8 hours). The seasonal irrigation duration was found by dividing by the seasonal irrigation water amount per unit area by the hourly irrigation water amount per hectare based on the drip irrigation system characteristics. The energy cost of water pumping via electrical pump with assumed 15 kW motor was calculated by multiplying the seasonal irrigation duration, and electrical energy cost and the 15 kW. The unit cost of electrical energy was averaged over the study period assuming a TL 0.35 per kW for electricity

tariff for agricultural irrigation in Bursa, Turkey (EE, 2016). The water cost for each treatment was estimated by multiplying the cost of a unit volume of water (TL 0.05 per hectare) determined for the study area by General Directorate of State Hydraulic Works and the total amount of irrigation water required for each irrigation treatment. All other production costs including land preparation, fertilizers, chemicals (insecticides and pesticides), seedlings and labour (planting, weeding and other cultural applications) were presumed constant through all irrigation treatments. In 2012 harvest period, personal interviews were conducted with representatives of Bursa-Mustafakemalpaşa Directorate of District Food Agriculture and Livestock and local farmers to take information that would specify the plant management practices. Since the research objective of this study is to evaluate various irrigation management practices, farm rent and agricultural equipment fee were excluded in the economic analysis.

Physical water use efficiency (PWUE, kg m<sup>-3</sup>) based on ET was estimated as marketable yield (kg ha<sup>-1</sup>) obtained from per unit volume of seasonal ET<sub>c</sub> (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Economic water use efficiency based on the gross income (EWUE<sub>gross</sub>, TL m<sup>-3</sup>) was estimated as gross income (TL ha<sup>-1</sup>) obtained from per unit amount of seasonal ET<sub>c</sub> (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Economic water use efficiency based on the net income (EWUE<sub>net</sub>, TL m<sup>-3</sup>) was also calculated as the net income (TL ha<sup>-1</sup>) obtained from per unit amount of seasonal ET<sub>c</sub> (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

The yield data were subjected to analyses of variance using SPSS 23 software. LSD test was used to group the means of irrigation when the F-test was significant. Regression analysis was also carried out to examine relationships between water and yield and net return.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### Irrigation water amount, evapotranspiration and yield

Average results of the irrigation amounts applied to the experimental treatments, the seasonal evapotranspiration and the marketable yield values are shown in Table 1. The greatest amount of irrigation water was given in the fully irrigated treatment. Crops in DI treatments suffered prolonged water stress through total crop growing season.

The seasonal ET<sub>c</sub> varied between 2,980 and 5,050 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. As expected, the highest seasonal ET<sub>c</sub> was recorded in the full irrigation, clearly owing to favourable soil moisture conditions during total growing period, whereas the lowest seasonal ET<sub>c</sub> was observed in the 25% FI strategy, with a severe water deficit (Table 1).

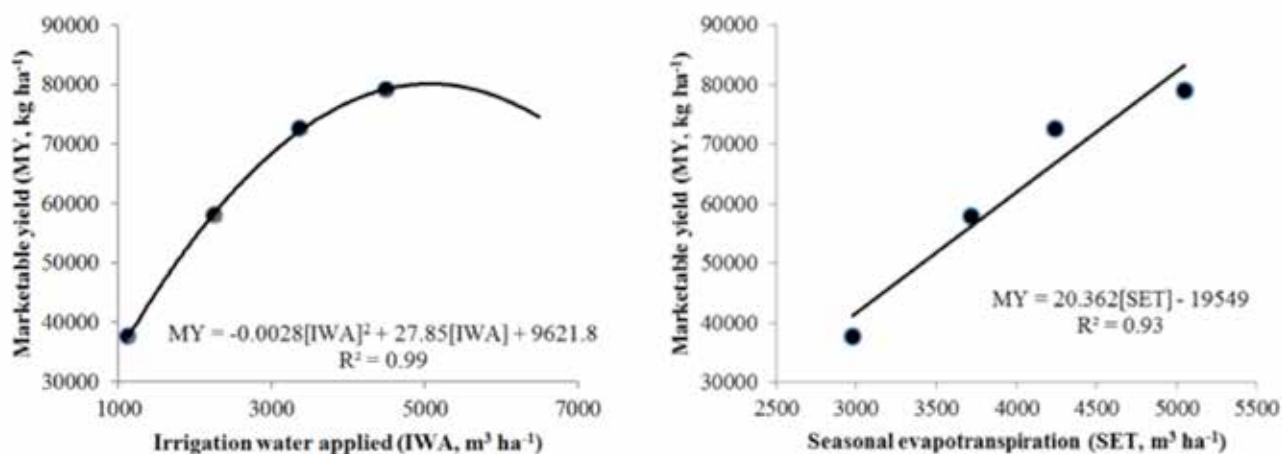
The DI strategies adversely affected marketable watermelon yield as like to the findings given by Erdem et al. (2005). The heaviest fruits in weight were obtained from full irrigation treatment during the growing season (Table 1). On average, the mild water deficit (75% FI) saved about 25% water compared to the full irrigation, with a yield decrease of 8%. The lowest marketable yield was recorded from the 25% FI strategy. The reason of low yield associated with that treatment is that the soil moisture is low during crop growing season, resulting in low fruit water content. Results are in agreement with many studies conducted in a wide range of environments which confirm that irrigation can significantly affect the yield increase of watermelon (Tingwu et al., 2003; Kirnak and Dogan, 2009; Pejić et al., 2016).

**Table 1.** Average results of seasonal irrigation water applied, seasonal actual crop evapotranspiration and marketable yield for full irrigation (FI) and different deficit irrigation (75% FI, 50% FI and 25% FI).

**Çizelge 1.** Tam sulama (FI) ve kısıntılı sulama (%75 FI, %50 FI ve %25 FI) için ortalama mevsimlik sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi ve pazarlanabilir verim

Irrigation treatment	Seasonal irrigation water applied (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Seasonal actual crop evapotranspiration (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Marketable yield (kg ha <sup>-1</sup> )
Full irrigation (FI)	4,490	5,050	79,100 a <sup>1</sup>
75% FI	3,370	4,240	72,600 b
50% FI	2,250	3,720	58,000 c
25% FI	1,130	2,980	37,700 d

<sup>1</sup>Means followed by the different letter significantly different at 0.05 level by LSD test.



**Figure 1.** Water and yield relationships

**Şekil 1.** Su-verim ilişkileri

The applied seasonal irrigation water amount and marketable yield ( $R^2 = 0.99$ ) demonstrated strong quadratic relationship whereas relationship between seasonal evapotranspiration and marketable yield ( $R^2 = 0.93$ ) was linear (Figure 1). An increase in seasonal water amount applied nearly up to 5000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> increased the marketable yield, and thereafter yield tended to decrease. At higher levels of applied water the function begins to curve over, reflecting various water losses such as deep percolation. A quadratic relationship between seasonal irrigation and yield for watermelon was reported by a few researchers (Erdem et al., 2005; Kuşçu et al., 2015).

**Economic return**

The price of watermelon fruit and the irrigation cost, as well as the effect of water on fruit yield, should be taken into consideration to gain the maximum profit from irrigation management. Costs and incomes for different

irrigation scenarios are shown in Tables 2 and 3, respectively. The water pricing was determined by the amounts of canal water used by the growers and averaged to reflect the actual water price in the experimental area. Irrigation water cost was TL 0.05 m<sup>-3</sup> for farm conditions. Costs of water, water pumping, and irrigation labour increased with increments in the irrigation water amount, and the highest total operational cost was found at full irrigation treatment (Table 2).

Both the gross income and the net income to land were highest for the full irrigation treatment, followed by the 75% FI treatment (Table 3). In contrast, the 25% FI treatment with severe water deficit produced the lowest net income to land. On the other hand, the net income to water was highest for 75% FI treatment, while the lowest net income to water was obtained from 25% FI treatment. These low net income values for 25% FI treatment were due, in part,

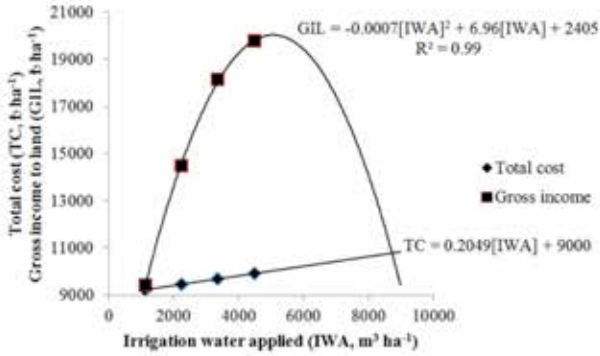
**Table 2.** Irrigation labour cost, water pumping cost, water cost, crop management cost and total operational cost for different irrigation strategies

**Çizelge 2.** Farklı sulama stratejileri için sulama işçilik maliyeti, su basma maliyeti, su maliyeti, bitki yönetim maliyeti ve toplam işletme maliyeti

Irrigation treatment	Irrigation labour cost (TL ha <sup>-1</sup> )	Energy cost (water pumping) (TL ha <sup>-1</sup> )	Water cost (TL ha <sup>-1</sup> )	Crop management cost (TL ha <sup>-1</sup> )	Total operational cost (TL ha <sup>-1</sup> )
Full irrigation (FI)	318	377.2	224.5	9000	9919.9
75% FI	239	283.1	168.5	9000	9690.4
50% FI	159	189.0	112.5	9000	9461.0
25% FI	80	94.9	56.5	9000	9231.5

**Table 3.** Gross income, net income to land and net income to water for different irrigation strategies  
**Çizelge 3.** Farklı sulama stratejileri için brüt kazanç, arazi başına net kazanç, ve su başına net kazanç

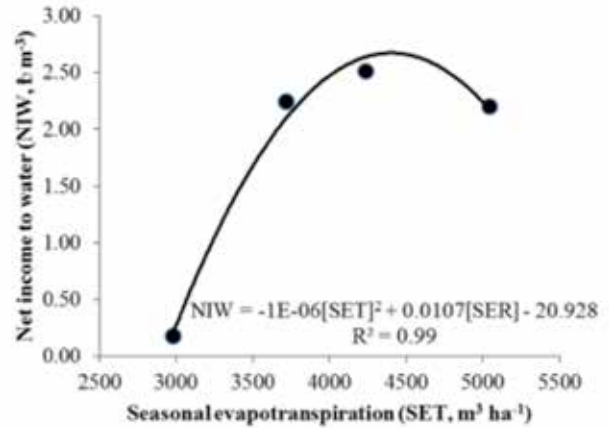
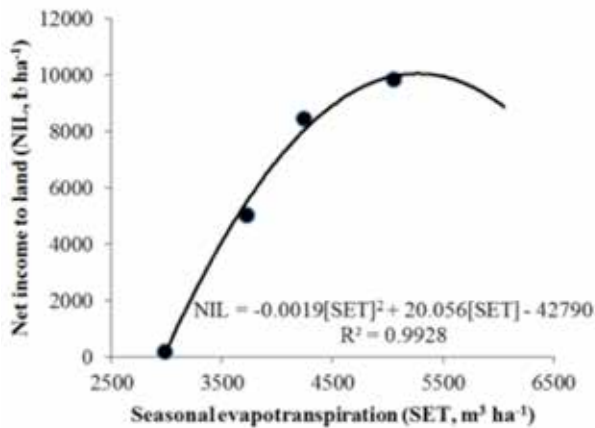
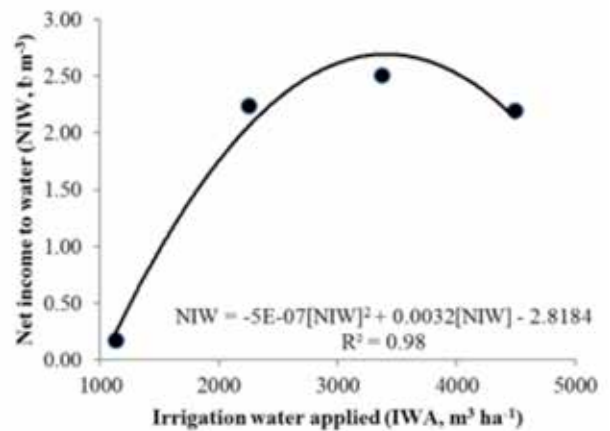
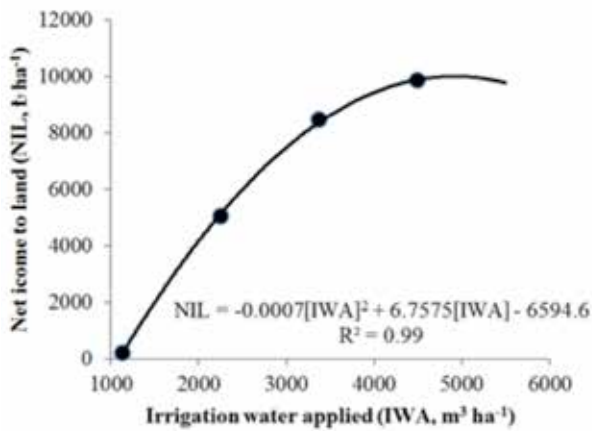
Irrigation treatment	Gross income (TL ha <sup>-1</sup> )	Net income to land (TL ha <sup>-1</sup> )	Net income to water (TL m <sup>-3</sup> )
Full irrigation (FI)	19,775	9,855	2.19
75% FI	18,150	8,460	2.51
50% FI	14,500	5,039	2.24
25% FI	9,425	193	0.17



**Figure 2.** Total cost and gross income to land versus irrigation water applied

**Şekil 2.** Uygulanan sulama suyu karşısında toplam maliyet ve arazi başına net kazanç

to lower marketable yield values. Therefore, this irrigation treatment must not be used for deficit irrigation management of watermelon in the study area. Production using this treatment would be uneconomical for the producers. This study showed that full irrigation is the best water regime to use to provide higher yield and net income under drip irrigation in the scarcity of land resource. The results of this study also showed that in conditions of water resources scarcity, water application 75% of full irrigation is a more viable option.



**Figure 3.** Water and net income relationships

**Şekil 3.** Su ve net kazanç ilişkileri

Total cost and gross income to land versus irrigation water applied are shown in Figure 2. Total cost linearly increases with increases in the irrigation water applied, while gross income to land versus irrigation water applied shows a strong quadratic relationship ( $R^2 = 0.99$ ). When considering the data the forecasting for more irrigation amounts from mentioned quadratic relationship equation, the gross income to land reaches maximum level with approximately  $5000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  of irrigation water, and thereafter it tends to decline. When considering the gross income to land and the total cost, the net income to land lows to zero with approximately  $8700 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  of irrigation water. On the other hand, there were close relationships between irrigation water applied or evapotranspiration and net income calculated for either land or water (Figure 3). The relationships between net income per either land or water and irrigation water applied are shown in Figure 3a-b. The relationships were mainly quadratic. In this study, quadratic relationships between net return to land or water and seasonal evapotranspiration were also determined (Figure 3c-d). Farmers who want to maximize their revenues can benefit from equations in Figure 3.

### Water use efficiency

Physical water use efficiency (PWUE), economic water use efficiency based on the gross income ( $\text{EWUE}_{\text{gross}}$ ) and economic water use efficiency based on the net income ( $\text{EWUE}_{\text{net}}$ ) were influenced by irrigation scenarios (Table 4).

Mild water deficit effectively increased water use efficiency. The highest values of PWUE,  $\text{EWUE}_{\text{gross}}$  and  $\text{EWUE}_{\text{net}}$  were obtained under mild deficit strategy (75% of full irrigation),

indicating that the most efficient and economical use of irrigation water was performed in this treatment. Conversely, the lowest values of water productivity indices were found at severe deficit strategy (25% full irrigation), implying that irrigation water was not efficiently used in this treatment. The range of physical water use efficiency values obtained from this research is consistent with previously reported values for watermelon (Erdem et al., 2005; Pejić et al., 2016).

### CONCLUSIONS

According to the results of our study, different irrigation strategies influenced yield, net return and crop productivity of watermelon in Southern Marmara Region of Turkey. The yield in full irrigation conditions ( $79,100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) was 2 times higher ( $37,700 \text{ kg ha}^{-1}$ ) as compared with severe deficit irrigation (25% full irrigation). DI decreased yield and net income to land. However, farmers should accept the DI strategy to achieve an economic crop production in water-short areas. The findings of this study may provide guidelines for the development of improved irrigation management practices for sub-humid zones. If water is limited, mild deficit irrigation (75% full irrigation) applied during total growing season could be suggested to enhance net income to water, PWUE and EWUE based on the results of the two-year study. The suggested treatment may obtain irrigation water savings of 25% and an increase of approximately 9% in the crop water productivities compared to full irrigation. Our data also suggest that moderate water stress (50% full irrigation) should be scheduled if irrigation is relatively restricted. The severe water deficit (25% full irrigation) is not a desirable strategy under our experimental conditions.

**Table 4.** Water use efficiency indicators

**Çizelge 4.** Su kullanım etkinliği göstergeleri

Irrigation treatment	Physical water use efficiency ( $\text{kg m}^{-3}$ )	Economic water use efficiency based on the gross income ( $\text{TL m}^{-3}$ )	Economic water use efficiency based on the net income ( $\text{TL m}^{-3}$ )
Full irrigation (FI)	15.66	3.92	1.95
75% FI	17.12	4.28	2.00
50% FI	15.59	3.90	1.35
25% FI	12.65	3.16	0.06

## References

- Ali M.H., Hoque M.R., Hassan A.A., Khair A. 2007. Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. *Agricultural Water Management*, 92 (3): 151–161.
- de Andrade A.S., Frizzzone J.A., Bastos E.A., Cardoso M.J., Rodrigues B.H.N. 2001. Optimal irrigation strategies for watermelon crop. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 36 (2): 301–305.
- EE. 2016. Enerji Enstitüsü. Available: <http://enerjiensitüsü.com/elektrik-fiyatları/>
- English M. 1990. Deficit Irrigation. I: Analytical Framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 116 (3): 399–412.
- Erdem Y., Yuksel A.N. 2003. Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Scientia Horticulturae*, 98 (4): 365–383.
- Erdem Y., Erdem T., Orta A.H., Okursoy H. 2005. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). *Journal of Central European Agriculture*, 6(4): 449–460.
- Feddema J.J. 2005. A revised Thornthwaite-type global climate classification. *Physical Geography*. 26:442–466.
- Garrity P.D., Watts D.G., Sullivan C.Y., Gilley J.R. 1982. Moisture deficits and grain sorghum performance, evapotranspiration yield relationships. *Agronomy Journal*, 74, 815–820.
- Karasu A., Kuşçu H., Öz M. 2015. Yield and economic return response of silage maize to different levels of irrigation water in a sub-humid zone. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(3): 313–318.
- Kirnak H., Dogan E. 2009. Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. *Irrigation Science*, 27: 155–164.
- Kuşçu H., Turhan A., Demir A.O. 2014. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. *Agricultural Water Management*, 133: 92–103.
- Kuşçu H., Turhan A., Ozmen N., Aydinol P., Buyukcangaz H., Demir A.O. 2015. Deficit irrigation effects on watermelon (*Citrullus Vulgaris*) in a sub humid environment. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25 (6):1652–1659.
- Leskovar D.I., Bang H., Kolenda K., Franco J.A., Perkins-Weazie P. 2003. Deficit irrigation influences yield and lycopene content of diploid and triploid watermelon. *Acta Horticulturae (ISHS)* 628: 147–151.
- Lu W., Duthie J.A., Roberts B.W., Taylor M.J., Edelson J.V. 2003. Partial budget analysis of effects of crop management intensity on profitability of three watermelon cultivars. *Journal of Vegetable Crop Production*, 9 (1): 49–71.
- Luquet D., Vidal A., Smith M., Dauzat J. 2005. 'More crop per drop': how to make it acceptable for farmers? *Agricultural Water Management*, 76 (2): 108–119.
- Moradi R., Moghaddam P.R., Mansoori H. 2015. Energy use and economical analysis of seedy watermelon production for different irrigation systems in Iran. *Energy Reports*, 1: 36–42.
- Namdari M. 2011. Energy use and cost analysis of watermelon production under different technologies in Iran. *International Journal of Environmental Sciences*, 1 (6): 1144–1153.
- Pejić B., Mačkić K., Pavković S., Ljevnaić-Mašić B., Aksić M., Gvozdanović-Varga J. 2016. Water-yield relations of drip irrigated watermelon in temperate climatic conditions. *Contemporary Agriculture*, 65 (1 – 2):53–59.
- Oadir M., Bores T.M, Schubert S., Ghafoor A., Murtaza G. 2003. Agricultural water management in water-starved countries: challenges and opportunities. *Agricultural Water Management*, 62:165–185.
- Rouphael Y., Carderelli M., Colla G. 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43 (3): 730–736.
- Şimşek M., Kacira M., Tonkaz T. 2004. The effects of different drip irrigation regimes on watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] yield and yield components under semi-arid climatic conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55 (11): 1149–1157.
- Tingwu L., Juan X., Guangyong L., Jianhua M., Jianping W., Zhizhong L., Jianguo Z. 2003. Effect of drip irrigation with saline water on water use efficiency and quality of watermelons. *Water Resources Management*, 17 (6): 395–408.
- Wang Y., Xie Z.K., Li .F, Zhang Z. 2004. The effect of supplemental irrigation on watermelon (*Citrullus lanatus*) production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of northwest China. *Agricultural Water Management*, 69 (1): 29–41.
- Yıldırım O., Halloran N., Çavuşoğlu Ş., Şengül N. 2009. Effects of different irrigation programs on the growth, yield, and fruit quality of drip-irrigated melon. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 33 (3): 243–255.
- Yıldırım O. 2013. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1594, Ankara, p. 367.
- Zhang J., Yang J. 2004. Improving harvest index is an effective way to increase crop water use efficiency. In: *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, on the theme Crop Science for Diversified Planet*, pp. 1–7, 21–25 September, Brisbane, Australia.

# Bazalt Ana Materyali ve Farklı Topografik Pozisyonlar Üzerinde Oluşmuş Toprakların Bazı Topografik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri Arasındaki Doğrusal Regresyon Modellerinin Belirlenmesi

İmanverdi EKBERLİ

Orhan DENGİZ\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, SAMSUN

\*sorumlu yazar e-mail (corresponding authore-mail): odengiz@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 28.31.2016

Kabul tarihi (Accepted): 17.02.2017

## Öz

Bu çalışmanın amacı, farklı topografya ve arazi kullanım-örtü altında ancak, benzer jeolojik materyal üzerinde oluşmuş altı farklı toprak profilinin zamana bağlı olarak lokal değişimlerinin incelenmesi ve eğim ile beraber ele alınan bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasında doğrusal regresyon modellerinin oluşturulmasıdır. Bu kapsamda, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevki alanı içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük/plato, yamaç, etek ve taban arazi) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikler belirlenmiş ve sınıflamaları yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, toprakların gerek arazi morfolojik incelemeleri gerekse de alınan toprak örneklerinde yapılan laboratuvar analizler sonucu, yamaç arazilerde yer alan topraklar, Soil Taksonomi sınıflandırmasına göre Lithic Ustorthent alt grubunda sınıflandırılırken, düz düze yakın eğimli taban ve tepe üstü/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Typic Haplustert olarak sınıflandırılmıştır. Farklı toprak horizonlarının bazı topografik, fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında korelasyon matrisleri belirlenmiştir. Ayrıca pedonlara ait genetik horizonların özellikleri arasında doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Çarpım, kare, kare kök içeren polinomlarla ifade edilen regresyon modellerinin regresyon katsayıları daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Doğrusal regresyon model, toprak oluşumu, bazalt ana materyal

## Determination of Liner Regression Model Between Some Topographic and Physico-chemical Properties of Soils Formed on Different Topographic Position and Basalt Parent Material

### Abstract:

The aim of this study is to investigate local variation of six soil pedons with time under different topographic position and land use-cover but over similar geologic material and to determine to generate liner regression models between slope, elevation and physico-chemical soil properties. In this concept, the main subjects in investigated six soil pedons that formed on basaltic parent material and different topographic positions and land use and land cover located in south of Samsun-Bafra highway and Engiz-Dağköy district were determine physical and chemical properties, and were classiffed. According to results which were obtained from both morphological properties in field study and analysis of soil samples in laboratory while soils located on high slope degree of transect were classified in Soil

Taxonomy as Lithic Ustorthent, soils formed on almost flat land were classified as Typic Haplustert. In addition, it was created liner regresion models between genetic horizons of pedons

**Key Words:** Liner regresion model, soil formation, basalt parent matrial

## GİRİŞ

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, diğer çevresel faktörlerle beraber, toprak oluşum süreçlerine, verimliliğe ve bitki gelişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerin değerleri ve değişimleri; toprakların katı, sıvı, gaz bileşenlerini ve oranlarını, bu bileşenlerin karşılıklı etkisini ve etkisel değişimlerini belirlemektedir. Dolayısıyla, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi, verimliliğin korunması, tahmin edilmesi ve artırılmasına yönelik yöntemlerinin belirlenmesinde gerekli olmaktadır.

Birçok araştırmacılar, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, strüktürel dayanaklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı, bitki gelişiminde etkileyici faktörler olan tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerini önemli şekilde etkilediğini belirtmişlerdir (Gülser vd., 2003; Gülser, 2004). Zaydelman (1987), toprakların infiltrasyon kapasitesi bünye ile yakından ilişkili olduğu için, kapalı dren aralıklarının toprakların bünye özelliğine göre belirlenebildiğini, dolayısıyla ağır bünyeli topraklarda dren aralıklarının az olması gerektiğini bildirmektedir. Ekberli ve Kerimova (2005; 2008), Azerbaycan'ın kurak iklime sahip Şirvan bölgesinin sulanan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerinin değişimini; toprakların pH, değişebilir Na, bazı değişebilir bazik katyonların (Na, Ca, Mg) toplamı, humus ve < 0.001 mm fraksiyonları arasında fonksiyonel ilişkileri belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprakların fiziksel-kimyasal parametreleri arasındaki fonksiyonel ilişkilerin verimin tahmininde de kullanılmasının mümkün olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Ekberli vd. (2009) tarafından Türkiye'nin Çankırı-Kızılırmak Havzasının alüvyal topraklarında yürütülen bir araştırmada, topraktaki tuz miktarı ile toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal ampirik ilişkiler belirlenmiştir. Elde edilen ampirik ilişkilerin, benzer özelliklere sahip bölge topraklarındaki tuz miktarının hesaplanmasında kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Toprak işleme süreçleri yöntemlerinin bilimsel temelini belirlemede, çeşitli topraklarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin optimum değişim

aralıklarının saptanması önemlidir. Zhumabekov (2005), toprakların plastiklik, yapışkanlık, sıklık, direnç gibi fiziksel-mekaniksel özelliklerinin tarım işlemlerinde önemli olduğunu göstererek, Kırgızistan'ın temel toprak tiplerinde, bu özelliklerin toprak nemine bağlı olarak değişimini incelemiştir. Toprak neminin %15.8–42.3 arasında değişiminde, plastiklik sayısının 4.1–15.9; nemin %11.2–30.6 arasında değişiminde ise yapışkanlığın 6.9–40.5 g/cm<sup>2</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Mısır bitkisi altındaki sulanan ve sulanmayan toprakların %15.3–24.6 nem durumunda, direncin 0.50–0.65 kg cm<sup>-2</sup> arasında olduğunu göstermiştir. Utkaeva (2007) tarafından, podzolik, allüvyal, gri orman, çernezyom (tipik, yıkanmış, vertik), solonetzic topraklarının fiziksel özellikleri değerlendirilmiş ve çeşitli antropojen etkiler sonucunda humus, nem, su tutma kapasitesi vb. gibi özelliklerin değişimi incelenmiştir. Çeşitli ıslah yöntemleri kullanılarak, toprakların optimum su bilançosunun yapılmasında da fiziksel özelliklerin belirlenmesi gereklidir. Korolev (2008), çernezyem topraklarda yapılan bir araştırmada sulama sonucunda toprağın temel fiziksel özelliklerinin değişimini incelemiştir. Sulama sonucunda, toprağın yukarı horizonlarında kil ve 0.01 mm'den küçük zerreciklerde azalma eğiliminin olduğunu; strüktürün düşük ve orta düzeyde, özgül ağırlık, toplam mesamelik ve hava tutumunun düşük düzeyde bozulduğunu göstermiştir. Purtova ve Zimina (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, kahverengi orman topraklarının yüzey horizonlarında (fitogenik alanlarda) fiziksel-kimyasal özelliklerin değişimi ve özellikler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Fitogenik alanlarda humus miktarının (%3.42-15.27) ve rezervinin (0-20 cm katmanında 72.0-228.0 t ha<sup>-1</sup>) yüksek, pH değerlerinin ise (2.74-6.16) düşük olduğunu göstermişlerdir.

Toprak özellikleri arasındaki ampirik modeller, deneysel olarak elde edilen parametrelerin karşılıklı etkisini göz önüne alarak yapılmaktadır. Olayın mahiyetine varmadan sebep ( $x_i, i=1, n$ ) → sonuç ( $y$ ) ilişkisini ( $y = f(x)$ ) belirlemede ve



uygulamaya yönelik özelliğe sahip olmaktadır. Araştırılan ekosistemin (toprağın) özelliklerini ifade eden basit matematiksel ilişkilerin yapılmasına imkan veren parametrelerin nispeten az sayıda bulunması, regresyon modellerinin yapılmasının temel kısmı olmaktadır. Regresyon modellerine dâhil olan parametrelerin fazla olması (>20–30) modellerin uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Yukselen-Aksoy ve Kaya (2010), toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle, özgül yüzey alanı arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde regresyon denklemlerinden kullanılmışlardır. Elde edilen denklemlerin, benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip topraklarda kalibre edilmesinin gerekliliğini bildirmişlerdir. Simon ve Garcia (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, toplam çözünür tuzlarla (S), EC değerleri arasındaki ilişki ikinci dereceden regresyon denklemiyle ( $S = 28.320 EC + 0.2858 EC^2$ ,  $r = 0.969$ ,  $RMS = 61.5$ ) ifade edilmiştir. Azerbaycan'ın Mil ovası topraklarının verimlilik düzeylerinin deneysel ve matematiksel olarak değerlendirilmesinde, agroekolojik, agrofiziksel ve agrokimyasal özellikleri kapsayan kavramsal modeller oluşturulmuş, bu özelliklerle verimlilik arasındaki ilişkiler çok değişkenli doğrusal regresyon denklemler ile ifade edilmiştir (Bayraklı vd., 1999). Candemir ve Gülser (2012) yaptıkları bir çalışmada, alkali toprakların su iletkenliğine etki yapan faktörleri belirleyerek, su iletkenliğinin tahmininde birinci ve ikinci dereceden doğrusal regresyon denklemleri kullanılmışlardır. Topraklarda doygun hidrolik iletkenliğin tahmininde de birinci ve ikinci dereceden pedotransfer ilişkilerin kullanılması mümkün olmaktadır (Gülser vd., 2007). Bir çok araştırmacılar (Qian vd., 1996; Li vd., 1998; Carlona vd., 2004; Verachtert vd., 2011; Liu vd., 2014; Bosch vd., 2016; Silva Chagas vd., 2016) tarafından toprak parametrelerinin karşılıklı etkisine bağlı olarak çeşitli regresyon ilişkileri (doğrusal ve doğrusal olmayan) yapılmakta ve tahmin süreçlerinde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, farklı topografik pozisyonlarda ve aynı ana materyal (bazalt) üzerinde oluşmuş toprakların genetik horizonlarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi; eğim ve yükselti gibi topografik parametrelerle fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin karşılıklı etkisini ifade eden korelasyon matrisinin oluşturulması; karşılıklı etkisi önemli olan özellikler arasında doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma sahası Engiz Çayı havzası içerisinde yer alır. Engiz Çayı Havzası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz bölümünde, Bafra Ovasının kuzeyinde, Samsun ili sınırları içerisinde yer alır. Dağköy mevki alanı içerisinde deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliğinde bulunmaktadır. Araştırma sahası ve yakın çevresinde yüzeyleyen en geniş birim Yenikonak formasyonudur. Volcano sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Büyük çoğunluğu tüf, tüfit, bazalt, kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli kumtaşı-şeyl aralanmasından oluşmaktadır. Dikkate alınan bazalt ana materyali üzerinde oluşan topraklarda mera alanları ile kuru tarım yapılan alanlar yer almakta olup çok az olsa da meşelerden oluşan ormanlık alanlar mevcuttur. Mera alanlarında yaygın olan başlıca otsu familyalar şunlardır; lahanagiller (Cruciferae), buğdaygiller (Gramineae), maydonozgiller (Umbelliferae), papatyagiller (Compositae), baklagiller (Fabaceae), gülgiller (Rosaceae). Kuru tarım yapılan alanlarda da çoğunlukla buğday tarımı yapılmaktadır.

Araştırma sahası içerisinde ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Bu yüzden saha çevresindeki istasyonlar esas alınmıştır. Araştırma sahasında yılın en soğuk ayı Şubat'tır (5.6 °C). En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır (22.6 °C). Yılın dört ayında (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) ortalama sıcaklıklar 10°C'nin altında kalırken Nisan ayından itibaren yükselmektedir. İlkbahar dönemlerinde düzenli bir sıcaklık artışı ve sonbahar dönemlerinde düzenli bir azalma görülmektedir (Çizelge 1). Araştırma sahasında ortalama yağış miktarı yaklaşık 800 mm'lerde değişir. Uzun yıllar aylık yağış ortalamaları ise en düşük Temmuz (30.9 mm) ve Ağustos (42.2 mm) en yüksek ekim ise Ekim (101.6 mm) aylarıdır. Yaz aylarının bitimiyle Eylül ayında artan yağış miktarı Ekim ayında belirgin şekilde yükselmektedir. Yağışın mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde en fazla yağışın sonbahar mevsiminde en az yağışın ise yazın düştüğü görülmektedir. Buna göre çok düzenli olmasa da yağışların bütün yıla dağıldığını söylemek mümkündür.

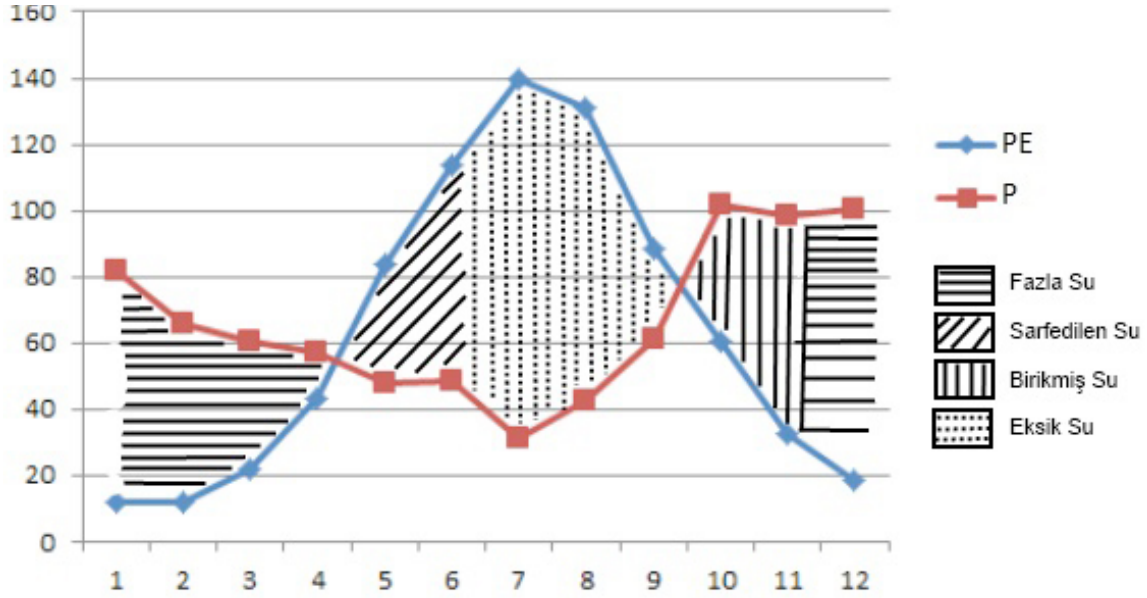
Buharlaşma eğrisi Nisan ayı ortalarından Eylül ayının sonlarına kadar yağış eğrisinden yüksektir. Nisan sonlarından Haziran sonlarına kadar birikmiş su kullanılmıştır. Bu yüzden bu aylarda kuraklık etkili değildir. Temmuz ayından itibaren Eylül

**Çizelge 1.** Bafra'nın uzun yıllar (1975-2010) ortalama aylık yağış ve sıcaklık dağılımı

**Table 1.** Long term (1975-2010) mean month precipitation and temperature distribution of Bafra

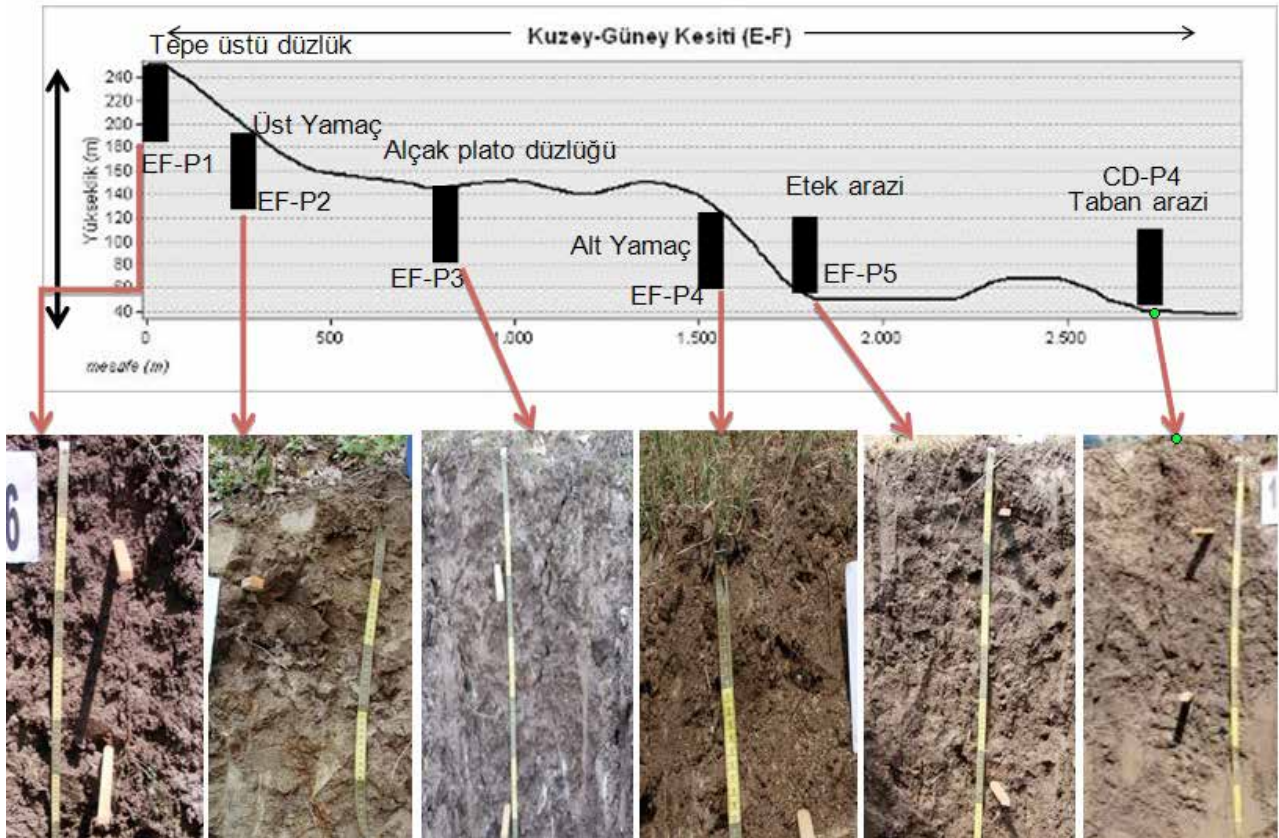
Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
T	5.7	5.6	7.2	10.9	15.1	19.8	22.6	22.6	19.0	14.9	11.0	7.6	13.5
P	81.6	65.7	60.3	56.9	47.8	48.3	30.9	42.2	61.3	101.6	98.3	100.6	794.4

T: Sıcaklık (°C), P: Yağış Ortalaması (mm)



**Şekil 1.** Bafra'nın su bilançosu diyagramı (Thornthwaite, 1948)

**Figure 1.** Soil water budget of Bafra (Thornthwaite, 1948)



**Şekil 2.** Kuzey-Güney kesiti üzerinde yer alan farklı topografik pozisyonda açılan profiller

**Figure 2.** Soil profiles located on different topographic position at North and South transect

ayının ortalarına kadar yaklaşık üç buçuk aylık bir süre kurak geçmektedir (Şekil 1). Araştırma sahası iklim verileri De Martonne formülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu formüle göre sahanın yıllık indis değeri 33.8'dir. Bu değere göre saha nemli iklim sahası içerisinde kalmaktadır. Araştırma sahası Köppen'e göre Orta İklimler Kuşağı'nda yer alır.

Araştırma sahası toprakları deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliği içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük, yamaç, taban vb. araziler) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmaktadır. Kuzey-Güney doğrultusu üzerinde yer aldığı çalışma alanı yaklaşık 9.5 km<sup>2</sup> olup, kesitleri üzerindeki arazi şekil ve açılan profillerin şematik gösterimi Şekil 2' de verilmiştir.

Arazide yapılan ön arazi keşif çalışması yanı sıra alanda farklı topografya ve bazalt ana materyal üzerinde oluşmuş farklı toprak yerleri sayısal topografik harita üzerine koordinatları aktarılmıştır. Arazide daha önce ön arazi keşfi ve büro çalışmalarıyla belirlen profil çukur yerleri arazide GPS aleti kullanılarak yerleri belirlenmiş ve bu noktalarda profil çukurları açılmıştır. Açılan her bir profil çukurundan (1.5-2 m) horizon esasına göre toprak örneklemeleri yapılarak laboratuvara getirilmiş ve analiz ön işlemlerine tabi tutulmuştur. Analizlere hazır hale getirilen topraklarda fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Morfolojik çalışmalarda Soil Survey Staff (1993)' den yararlanılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil Soil Survey Staff (1993) tarafından belirtilen usuller esas alınarak incelenmiştir. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise Soil Survey Staff (1999)'a göre yapılmıştır.

Bünye (tekstür) bozulmuş toprak örneklerinde (Bouyoucous 1951), değişebilir katyonlar pH' sı 8.2'ye ayarlı sodyum asetat (NaOAc) kullanılarak (Rhoades, 1986), kireç serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992; 2004), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992; 2004), organik madde Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

Topraklarının bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon denklemlerinin

belirlenmesinde  $y=a_0+a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_nx_n$  (burada,  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  en küçük kareler yöntemiyle belirlenmesi gereken katsayılar;  $y$ -bağımlı;  $x_i (i=1, n)$  -bağımsız parametrelerdir) biçimindeki fonksiyonlardan kullanılmıştır. Modellerin oluşturulmasında toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkiler dikkate alınmıştır. Toprak özelliklerinin bir birine karşılıklı etkisini göz önüne alarak, özelliklerin çarpımını ve kare kökünü içeren terimlerden kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak pH, KDK, OM, kil, kireç değerleri alınmış ve toprak özellikleri ile olan çoklu regresyon ilişkileri MİNİTAB-32 bilgisayar programını kullanılarak oluşturulmuştur.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflaması

Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan farklı topografik pozisyonda (tepe üstü düzlük, üst yamaç, alçak plato düzlüğü, etek ve taban) ve arazi kullanımlarında (tarım, orman ve mera) açılan altı farklı profile ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Typic Haplustert olarak sınıflandırılan CD-P4 nolu profili, taban arazi üzerinde oluşmuş düz düze yakın eğimli, derin topraklardır. Tüm profil kil bünyeli olup, kil % 56.2 ile % 78.2 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların saturasyon durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüzeyde 42.80 cmolk<sup>-1</sup> olmasına karşın derinlere doğru bu miktar düşüş göstermekte ve 39.78 cmol.kg<sup>-1</sup> olmaktadır. Bu azalma kil miktarındaki bir miktar artmasına karşın, organik kökenli kolloidal maddelerin azalmasından kaynakladığı söylenebilir. Organik madde miktarı ise yüzeyde % 1.65 olmasına karşın 65 cm den sonra daha da azalarak % 0.14'e düşmektedir. Toprak reaksiyon hafif bazik olup pH değerleri 7.05 ile 8.25 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup yüzeyde % 0.20 iken derinde bir miktar artarak % 2.67 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Etek arazi üzerinde açılan ve Vertic Haplustept olarak sınıflandırılan EF-P5 kodlu toprak profili, orta derin ve ağır bünyelidir. 66 cm derinliğe kadar kil %58.3 ile %61.9 arasında değişmektedir. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil

içeriği nedeniyle 43.70 cmol.kg<sup>-1</sup> olmasına karşın 66 cm'den sonra 22.77 cmol.kg<sup>-1</sup> düşmektedir. Benzer şekilde organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 2.21 olmasına karşın yüzey altı katmanda %0.55'e düşmektedir. Toprak reaksiyon bazik olup pH değerleri 8.12 ile 8.28 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktardadır ve %0.79-1.75 arasında değişmektedir. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P4 kodlu profil Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan kesiti üzerinde deniz seviyesinden 135 m

yükseklikte yer alan profil olup, Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılmıştır. Profilin bulunduğu alan fizyografik açıdan yamaç arazidir. Yüzey örtüsü çok zayıf olması ve dik eğimli olmaları nedeniyle erozyon şiddeti fazla, bu nedenle topraklar çok sığ (19 cm) derinliğe sahiptirler. Yüzey toprakları orta bünyeli olup kumlu kil tındır. KDK ve organik madde içerikleri yüzey toprağında 4185 cmol.kg<sup>-1</sup> ve % 3.37 dir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, pH değerleri 7.89' dir. Kireç profilde çok az olup %0.39'dur. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

**Çizelge 2.** Çalışma topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, yükselti ve arazi kullanım durumları

**Table 2.** Physical and chemical analysis results of studied soils and their elevation and land use

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC dS.m <sup>-1</sup>	Kireç %	OM %	KDK cmol.kg <sup>-1</sup>	Değişebilirler Katyonlar cmol.kg <sup>-1</sup>			Bünye Dağılımı %			Sınıf
							Na+	K+	Ca+++Mg++	Kil	Silt	Kum	
CD-P4 / Taban / Kuru Tarım / 25 m													
A	0-23	7.50	0.17	0.20	1.65	42.80	0.22	1.67	40.91	56.2	23.1	20.7	C
Bss1	23-65	7.30	0.44	0.98	1.26	41.36	0.25	1.47	39.64	62.6	12.8	24.5	C
Bss2	65-106	8.25	0.17	1.10	1.09	40.33	1.33	1.41	37.59	68.4	15.8	15.8	C
C	106 +	8.14	0.11	2.67	0.14	39.78	1.35	1.40	36.04	78.4	2.8	18.8	C
EF5 / Etek / Orman / 42 m													
A	0-15	8.28	0.26	0.79	2.21	43.70	0.36	0.36	42.97	58.3	20.0	21.7	C
Bw	15-66	8.12	0.18	1.26	0.67	43.37	0.47	0.32	42.58	61.9	25.6	12.5	C
2Cr	66-106	8.20	0.25	1.75	0.55	27.77	1.02	0.26	26.49	37.3	34.8	27.9	CL
EF-P4 /Alt Yamaç / Kuru tarım / 135 m													
A	0-19	7.89	0.40	0.39	3.37	41.85	0.16	0.49	41.02	32.5	18.6	48.9	SCL
R	19-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EF-P3 / Alçak plato düzlüğü / Orman / 160 m													
A	0-18	7.06	0.44	1.08	1.88	47.28	0.24	0.32	46.71	54.4	22.6	23.1	C
Bw	18-57	7.31	0.42	1.02	0.06	50.54	0.34	0.09	50.11	61.1	17.7	21.2	C
Cr	57-87	7.01	0.51	0.39	0.57	40.54	0.58	0.09	39.87	57.5	22.6	19.9	C
EF-P2 / Üst Yamaç / Orman/ 190 m													
A	0-11	6,74	0.35	0.09	1.54	28.70	0.35	0.43	27.92	22.0	21.8	56.2	SL
Cr	11-65	7.01	0.20	0.29	0.87	17.66	0.54	0.12	17.00	14.6	9.3	76.1	LS
EF-P1/Tepe üstü düzlük / Mera / 251 m													
A	0-12	7.14	0.55	0.69	3.53	49.73	0.29	0.58	48.85	61.9	23.6	14.5	C
Bw1	12-41	7.70	0.54	0.98	1.78	44.57	0.27	0.31	43.98	49.9	27.7	12.5	C
Bw2	41-84	7.92	0.11	0.98	1.41	52.55	0.64	0.29	51.62	47.9	32.3	19.8	C
2Ck	84-105	7.94	0.38	6.37	1.29	44.46	0.63	0.09	43.74	40.0	40.8	19.1	C

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde

Typic Haplustept olarak sınıflandırılan EF-P3 kodlu profil, deniz seviyesinden 160 m yükseklikte yer alan alçak plato üzerinde oluşmuş, hafif eğime sahip derin topraklardır. Üzerinde genellikle orman ve mera örtüsü bulunduran bu arazilerdeki topraklar, ağır bünyelidirler. Kil profilde %54.4 ile %61.1 arasında değişmektedir. Bu durum ağır bünyeye sahip profillerde olduğu gibi, toprakların doygunluk olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların suyla doygun olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları 40.54 ile 50.54 cmolkg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Organik madde miktarı yüzeyde % 1.88 iken derinlere doğru bu oran hızlı bir şekilde düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif bazik olup pH değerleri 7.01 ile 7.31 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup, yüzeyde %0.39 iken derinde bir miktar artarak %1.08 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılan EF-P2 kodlu profil Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan kesiti üzerinde deniz seviyesinden 190 m yükseklikte olup, fizyografik arazi şekli yamaçtır. Çok sığ derinliğe (11 cm) sahip, kumlu tın bünyelidirler. Kil ve organik madde içerikleri diğer profillere göre çok düşük seviyelerde olmaları nedeniyle KDK 17.66 ile 28.70 cmolkg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu, hafif asit ile nötr olup, pH değerleri 6.74 ile 7.01 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az olup %0.09 ile %0.29 arasındadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P1 kodlu profil Kuzey-Güney kesiti üzerinde deniz seviyesinden 251 m ile en yüksekte yer alan profil olup Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. Tepe üstü düzlükler üzerinde yer alan arazilerde yayılım göstermektedirler. Tüm profil kil bünyeli olup, kil %40.0 ile %61.9 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların doygun olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüksek kil içeriği nedeniyle 44.46 ile 52.55 cmolkg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Toprak reaksiyon hafif bazik olup pH değerleri 7.14 ile 7.94 arasında değişmektedir. Kireç profilde az miktarda olup yüzeyde % 0.69 iken derinde bir miktar artarak %4.37 olmaktadır.

Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

### **Farklı Toprak Horizonlarının Bazı Topografik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler**

Araştırma toprağının A horizonlarının özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Kesit üzerinde yer alan toprakların pH değerleri ile silt ve yükseklik arasında yüksek negatif korelasyonlar, diğer özellikleri arasında ise zayıf ve çok zayıf ilişkiler bulunmuştur. pH değerlerinin sayısal olarak dar aralıkta (6.74–8.28) değişimi, diğer özelliklerin ise (örneğin Na, K, silt, kum) çok düşük değerlere sahip olması, korelasyon katsayılarının düşük olmasının nedenlerinden olabilmektedir. Yükseklik arttıkça, atmosfer olaylarının (özellikle yağış miktarı, çeşidi vb.) daha etkili olması sonucu, toprağın pH değerlerinin azalması mümkün olabilir. Toprağın EC değerleri, yükseklik ile çok önemli düzeyde pozitif ilişki vermiş, OM ve K ile ise korelasyon ilişkisi yüksek, fakat önemli düzeyde olmamaktadır. Kireç, OM, Na, K, silt miktarları geri kalan toprak özellikleriyle önemsiz düzeyde ilişki göstermiştir. Kireç ile KDK, Ca+Mg, kil ve kum arasında yüksek korelasyon, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişki saptanmıştır. Toprak KDK' sı, Ca+Mg ile çok önemli pozitif, kil ile önemli pozitif, kum ile önemli düzeyde negatif, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişkiler vermiştir. Ca+Mg ile kil ve kum miktarları arasında önemli düzeyde sırasıyla pozitif ve negatif, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil miktarı kum ile çok önemli, eğim ile ise önemli düzeyde negatif ilişkiler göstermiştir. Kum miktarıyla eğim arasındaki ilişki pozitif ve önemli bulunmuştur.

Kesit üzerinde yer alan toprakların B horizonlarının özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Toprakların pH değerleri ile EC, kireç, Na ve kum arasındaki korelasyon katsayılar yüksek olup, fakat önemli olmamaktadır. EC değeri diğer tüm toprak özellikleriyle, zayıf ilişkiler göstermiştir. Kireç ve OM ile diğer toprak parametreleri arasında zayıf ve orta şiddette korelasyonlar bulunmuştur. Kireç ile eğim arasında ise önemli düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır. KDK ile Ca+Mg arasında çok önemli düzeyde pozitif ilişki, diğer parametreler arasında ise zayıf ve orta şiddette korelasyonlar

**Çizelge 3.** A horizonlarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi

**Table 3.** Correlation matrix of soil parameters for A horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.410	0.173	0.277	0.306	-0.123	0.031	0.278	0.296	-0.671	-0.204	-0.659	0.120
EC		0.431	0.651	0.345	-0.063	-0.606	0.376	0.019	0.163	-0.036	0.922**	0.089
Kireç			0.204	0.735	0.046	-0.500	0.778	0.628	0.079	-0.601	0.138	-0.455
OM				0.514	-0.343	-0.261	0.497	0.162	-0.255	-0.125	0.454	0.275
KDK					-0.329	0.054	0.997**	0.865*	0.239	-0.843*	0.021	-0.543
Na						-0.344	-0.269	0.036	0.181	-0.055	0.115	-0.305
K							-0.003	0.251	0.394	-0.283	-0.531	-0.329
Ca+Mg								0.872*	0.258	-0.852*	0.056	-0.568
Kil									0.452	-0.995**	-0.207	-0.848*
Silt										-0.539	0.288	-0.773
Kum											0.163	0.887*
Yükseklik												0.138

\*\* Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; \*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

belirlenmiştir. KDK ve yükseklikle yüksek pozitif ilişki belirlenmiştir. Na ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler önemsiz olarak saptanmıştır. K değerleri, Ca+Mg ile önemli negatif, yükseklik ve eğimle ise sırasıyla yüksek ve orta şiddette negatif korelasyonlar vermiştir. Kil miktarı silt ile önemli, yükseklikle ise çok önemli düzeyde negatif ilişkiler göstermiştir. Kum miktarının diğer tüm toprak özellikleriyle ilişkileri önemsiz düzeyde olup, pH'la yüksek, kireç, silt ve eğim ile orta şiddette negatif korelasyonlar vermiştir.

Araştırma topraklarının ana materyallerine yönelik incelenen değişkenlerine ilişkin korelasyon matrisi Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, toprağın pH değeriyle, diğer tüm özellikleri arasındaki ilişkilerinin önemsiz olmasına rağmen, Na ile yüksek şiddette pozitif, kireç ve K ile orta şiddette pozitif, kum, yükseklik ve eğim ile ise orta şiddette negatif korelasyonlar saptanmıştır. Toprağın EC değerleriyle, kireç, kil, kum, eğim arasında zayıf; diğer özellikleriyle ise orta ve yüksek şiddette korelasyonlar bulunmuştur. Kireç

**Çizelge 4.** B horizonlarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi

**Table 4.** Correlation matrix of soil parameters for B horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.754	0.617	0.201	-0.246	0.749	0.073	-0.282	0.114	0.371	-0.693	-0.152	0.285
EC		-0.492	0.108	-0.137	-0.669	-0.045	-0.068	-0.122	-0.296	0.136	0.191	-0.265
Kireç			-0.412	-0.358	0.276	-0.066	-0.331	0.491	0.023	-0.567	-0.538	0.818*
OM				-0.225	0.028	0.269	-0.232	-0.525	0.370	-0.214	0.324	-0.458
KDK					-0.273	-0.755	0.993**	-0.647	0.566	0.245	0.755	0.069
Na						0.437	-0.364	0.436	-0.136	-0.219	-0.331	-0.237
K							-0.814*	0.608	-0.704	0.322	-0.719	-0.543
Ca+Mg								-0.674	0.591	0.199	0.775	0.139
Kil									-0.837*	0.117	-0.921**	0.056
Silt										-0.492	0.757	0.338
Kum											-0.139	-0.497
Yükseklik												-0.121

\*\* Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; \*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 5.** C horizolarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi**Table 5.** Correlation matrix of soil parameters for C horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.443	0.597	-0.205	0.327	0.767	0.513	0.264	0.385	0.278	-0.554	-0.515	-0.554
EC		0.053	0.433	0.440	-0.672	-0.688	0.534	-0.045	0.582	-0.338	0.570	-0.297
Kireç			0.515	0.622	0.096	0.060	0.626	0.141	0.539	-0.491	0.337	-0.517
OM				0.013	-0.759	-0.753	0.106	-0.669	0.640	0.225	0.914*	0.236
KDK					0.182	0.237	0.993**	0.725	0.303	-0.899*	0.088	-0.923*
Na						0.895*	0.073	0.675	-0.342	-0.427	-0.886*	-0.450
K							0.120	0.750	-0.638	-0.306	-0.725	-0.366
Ca+Mg								0.649	0.382	-0.877	0.183	-0.895*
Kil									-0.285	-0.778	-0.544	-0.815
Silt										-0.380	0.408	-0.319
Kum											0.257	0.995**
Yükseklik												0.251

miktarıyla OM, silt ve eğim arasındaki korelasyon orta, KDK, Ca+Mg ile ise yüksek olup, önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir. OM, yükseklik ile önemli düzeyde çok yüksek pozitif korelasyon vermiştir. KDK miktarı, Ca+Mg ile çok önemli düzeyde pozitif korelasyon; kum ve eğimle ise önemli düzeyde çok yüksek negatif korelasyonlar göstermiştir. Na 'la K arasında önemli düzeyde çok yüksek pozitif, yükseklikle ise negatif korelasyonlar saptanmıştır. Ca+Mg değerleriyle eğim arasında önemli düzeyde negatif yüksek korelasyon belirlenmiştir. Kil miktarı yükseklik ve eğimle sırasıyla orta ve yüksek şiddette negatif korelasyonlar göstermiştir. Silt ile diğer tüm toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar önemsiz olup, zayıf, orta ve yüksek şiddette gerçekleşmiştir. Yükseklikle pozitif orta, eğim ile ise zayıf negatif korelasyon vermiştir. Topraktaki kum miktarı ile yükseklik arasında zayıf, eğim arasında ise çok önemli düzeyde çok yüksek korelasyon belirlenmiştir.

Korelasyon katsayısı parametreler arasında doğrusal ilişkiyi ifade ettiğinden, özellikler arasındaki bazı ilişkilerin düşük olmasının nedeni, doğrusal olmayan ilişkilerin mümkünlüğü, ilişkilerin doğrusallaşma sürecinin kısa olmaması, bazı parametrelerin değişme aralıklarının dar olması, parametrelerin karşılıklı etkisinin farklılığı, yükseklik ve eğime bağlı olarak parametrelerin düzensiz değişimi, ana materyalin ilkin bileşenlerinin belirlenmesinin zorluğu, toprak profillerinin olduğu jeomorfolojik koşulların çok

nadir durumlarda benzerlik göstermesi, yükseklik ve eğimin topraktaki makro süreçlerin hızına ve yönüne etkisi gibi durumlar olabilir.

### Farklı Toprak Horizonlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Regresyon Modelleri

Toprak özellikleri arasındaki regresyon modeller, özellikler arasındaki nicel ilişki durumunu ifade etmektedir. Bu modeller, deneysel değerleri genelleştirmekte; yerel, bölgesel ve global düzeyde oluşturulmakta, toprak ve iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir.

Regresyon modellerinin oluşturulmasında toprak parametrelerine ilişkin korelasyon analizi sonuçları dikkate alınmıştır. Aralarındaki korelasyon ilişkileri çok düşük düzeyde olan parametreler modellerin oluşturulmasında kullanılmamıştır. Kesit üzerinde yer alan toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri aşağıdaki biçimde belirlenmiştir (Çizelge 6)

Çizelge 6'dan da görüldüğü gibi, toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modellerinin regresyon katsayıları (regresyon denklemlerinin belirleme katsayısı) yüksek ve çok yüksek düzeyde olup, 0.615-0.998 arasında değişmektedir. 1. ve 4. modellere göre, organik madde, kil, Ca+Mg özellikleri KDK'nın artışı etki yapmaktadır. Özelliklerin çarpımını (OM, Kil) ve kare kökünü ( $\sqrt{kil}$ ) ifade eden terimlerin modele dahil edilmesi, modellerin performansını

**Çizelge 6.** Toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri

**Table 6.** Regression models between some parameters for A horizons of soils

		R <sup>2</sup>
1.	KDK = 12.2 + 2.15 OM + 0.485 Kil + 0.142 Eğim	0.902
2.	KDK = 9.5 + 22.2 OM + 0.512 Kil - 0.627 Eğim - 0.310 OM·Kil	0.961
3.	KDK = 1.16 + 1.01 (Ca+Mg) - 0.0085 Kil	0.994
4.	KDK = - 17.8 + 0.938 (Ca+Mg) - 0.518 Kil + 6.79 $\sqrt{Kil}$	0.996
5.	OM = - 3.02 + 0.0156 Kil + 0.092 KDK + 0.0532 Eğim	0.704
6.	OM = 22.9 + 0.777 Kil + 0.150 KDK + 0.0863 Eğim - 9.56 $\sqrt{Kil}$	0.970
7.	Kil = 78.4 - 1.08 Kum + 0.173 Eğim	0.996
8.	Kil = 57.7 - 1.72 Kum + 0.157 Eğim + 7.54 $\sqrt{Kum}$	0.998
9.	Kireç = - 1.27 + 0.0495 (Ca+Mg) - 0.0049 Kil	0.615
10.	Kireç = 23.6 + 1.06 (Ca+Mg) - 0.395 Kil - 13.0 $\sqrt{Ca + Mg}$ + 5.2 $\sqrt{Kil}$	0.713

\*\* Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; \*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

artırmıştır. Aynı durum 5. ve 10. modeller için de söz konusu olmaktadır. 5. ve 6. modellerde, kil, KDK ve eğimin organik madde artışına etkisi gözükmemektedir. 7. ve 8. modellere göre, kil miktarının değişimine kum negatif, eğimin ise pozitif etki yapmaktadır. Kireç miktarına, Ca+Mg'nin pozitif, kilin ise negatif etkisi 9. ve 10. modellerden gözükmemektedir. Toprakların B horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modellerinin (R<sup>2</sup>) orta şiddette, yüksek ve çok yüksek düzeyde olup, 0.418-0.998 arasında değişmektedir (Çizelge 7).

En düşük regresyon katsayısı (R<sup>2</sup>= 0.418) 9. regresyon modelinde saptanmıştır. Regresyon katsayısının düşük olması, eğim faktörünün

kil ve kum miktarına düzensiz etkisinden kaynaklanmış olabilir. Doğrusal olmayan terimler regresyon modellerinin korelasyon katsayılarının yükselmesine neden olmaktadır.

Toprakların C horizonlarına ait bazı özellikler arasındaki regresyon modelleri Çizelge 8'de verilmiştir. Modellerin regresyon katsayısı 0.553-0.997 arasında değişmekte; en düşük regresyon katsayısı kireç ile Ca+Mg, kil ve eğim arasında, en yüksek ise KDK'nı ifade eden modellerde bulunmuştur. Regresyon modellerin, özelliklerin karekökünü ve karesini içeren polinomlarla ifadesi, yüksek regresyon katsayısı vermiştir. Bu ise, genel olarak tahminin önem düzeyini artırmaktadır.

**Çizelge 7.** Toprakların B horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri

**Table 7.** Regression models between some parameters for B horizons of soils8

		R <sup>2</sup>
1.	pH = 5.41 - 2.34 Na + 5.16 $\sqrt{Na}$	0.686
2.	pH = 6.86 + 1.29 $\sqrt{Na}$	0.614
3.	KDK = 97.7 - 7.92 OM - 0.708 Kil - 0.680 Eğim	0.930
4.	KDK = 142 - 39.6 OM - 1.44 Kil - 0.643 Eğim + 0.536 OM·Kil	0.950
5.	KDK = 3.75 + 0.908 (Ca+Mg)+ 0.0258 Kil	0.987
6.	KDK = 168 + 0.945 (Ca+Mg) + 2.99 Kil - 44.5 $\sqrt{Kil}$	0.998
7.	OM = 11.3 - 0.0830 Kil - 0.111 KDK - 0.0896 Eğim	0.933
8.	OM = 59.7 + 0.777 Kil - 0.107 KDK - 0.0550 Eğim - 13.0 $\sqrt{Kil}$	0.981
9.	Kil = 39 + 5.1 Kum - 15.3 Eğim - 0.126 (Kum) <sup>2</sup> + 1.59 (Eğim) <sup>2</sup>	0.418
10.	Kireç = 0.929 - 0.00543 (Ca+Mg) + 0.00361 Kil + 0.0417 Eğim	0.906
11.	Kireç = 18.9 + 0.384 (Ca+Mg) - 0.00050 Kil + 0.0561 Eğim - 5.27 $\sqrt{Ca + Mg}$	0.981



**Çizelge 8.** Toprakların C horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri  
**Table 8.** Regression models between some parameters for C horizons of soils

		R <sup>2</sup>
1.	$pH = 5.38 + 2.55 \sqrt{Na}$	0.623
2.	$pH = -7.45 - 14.9 Na + 30.7 \sqrt{Na}$	0.811
3.	$KDK = 4.9 + 18.5 OM + 0.433 Kil - 0.386 Eğim$	0.992
4.	$KDK = 0.97 + 0.924 (Ca+Mg) + 0.0646 Kil$	0.997
5.	$KDK = 3.77 + 0.947 (Ca+Mg) + 0.142 Kil - 1.09 \sqrt{Kil}$	0.997
6.	$KDK = 6.9 + 1.13 (Ca+Mg) + 0.0700 Kil - 2.3 \sqrt{Ca + Mg}$	0.997
7.	$OM = -0.121 - 0.0234 Kil + 0.0508 KDK + 0.0172 Eğim$	0.984
8.	$Kil = 26.4 + 3.38 Kum - 10.8 Eğim$	0.779
9.	$Kil = -52 + 8.2 Kum - 15.1 Eğim - 0.29 (Eğim)^2$	0.796
10.	$Kil = -192 + 0.95 Kum - 17.2 Eğim + 65 \sqrt{Kum}$	0.799
11.	$Kireç = 2.9 + 0.124 (Ca+Mg) - 0.073 Kil - 0.158 Eğim$	0.553

Yapılan araştırmalar, regresyon modellerinin toprak özelliklerinin karesi, kare kökü ve çarpımını kapsayan polinomlarla ifadesinin, regresyon katsayısını, dolayısıyla tahminin önem düzeyini yükselttiğini göstermektedir (Kosheleva vd., 2002; Gülser vd., 2007).

Diğer modellerde olduğu gibi, regresyon modellerinde de, gerçek ortamdaki parametreler arasındaki ilişkilerin ve karşılıklı etkilerin detaylı matematiksel ifadesi mümkün olmamaktadır. Parametreler arasındaki fonksiyonel ilişkilerin belirlenmesinde, bazı sınırlamaların dahil edilmesi, regresyon modellerinin olumsuz yanı olmaktadır. Polinom fonksiyonların kullanılması, bu olumsuzluğun aradan kaldırılmasına imkan sağlamaktadır.

## SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevki içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük, yamaç ve taban araziler) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların; fiziksel, kimyasal özellikleri belirlenmiş ve sınıflamaları yapılmış; genetik horizonların topografik ve toprak özellikleri arasında doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Çalışmada deniz seviyesinden 20-251 m arasında Kuzey-Güney kesiti üzerinde farklı topografik pozisyonlardan toplam altı adet profil incelenmiştir. Toprakların gerek arazi morfolojik incelemeleri gerekse de alınan toprak örneklerinde yapılan laboratuvar analizler sonucu

kesit üzerinde eğimli ve yamaç arazilerde yer alan topraklar Lithic Ustorthent alt grubunda sınıflandırılırken, düz düze yakın eğimli taban ve tepe/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Typic Haplustert, Vertic Haplustept ve Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. Aynı ana materyal olmasına karşın, aynı alan içerisinde bu denli farklı toprakların oluşmasında diğer bir ifade ile geç ve olgun toprakların lokal bir alan içerisinde birlikte yer almalarının sebebi, topografya veya yerel rölyefin ana materyal ve zamanın toprak oluşum süreç ve işlemleri üzerinde önemli etkisi olduğudur. Ayrıca, bu duruma toprakların üzerinde yer alan vejetasyonun sıklığı, çeşidi gibi faktörler de önemli etki yaptığı görülmüştür. Toprakların olgunlaşmasında veya genç kalmalarında özellikle yamaç arazilerde yer alan topraklar da su hareketi dolayısıyla toprak taşınımı ve birikimi yerinde oluşum kadar etkili olduğu görülmektedir.

Araştırma topraklarının B horizonuna ait 9. ve C horizonuna ait 11. modellerde regresyon katsayıları orta; diğer tüm modellerde ise yüksek ve çok yüksek düzeyde olmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen regresyon denklemleri, benzer özelliklere sahip olan toprakların pH, KDK, OM, kil, kireç değerlerinin tahmininde kullanılabilir.

Genel olarak, toprak araştırmalarında elde edilen deneysel eğrilerin pratik olarak polinom fonksiyonlarla ifadesi mümkün olabilmektedir (Schaap, 2004). Araştırmanın amacına uygun olarak regresyon modelleri farklılık gösterdiğinden, farklı modellerin karşılaştırılması ve en iyisinin bulunması için genel bir kural olmamaktadır.

Regresyon modellerinden hesaplanan teorik değerlerle, yerel, bölgesel veya global düzeyde oluşturulmuş toprak verileri arasında karşılaştırılma yapılır ve modellerin yeterlilik düzeyi belirlenir. Bouma (1989)'a göre, regresyon modeller (pedotransfer fonksiyonlar) elde edilen verileri, gerekli verilere dönüştürmektedir. Regresyon modellerin uygulamasının kolaylığını göz önüne alarak, yerel ve bölgesel düzeyde bu modellerin yapılması için, uygun toprak verileri bankasının oluşturulması güncel problemlerden biridir (Wösten vd., 1990; Shein ve Arkhangel'skaya, 2006).

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler 2130073 kodlu proje kapsamında yapılan çalışmanın bir kısmını oluşturmakta olup, tüm çalışma TÜBİTAK-TOVAG tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Bayraklı F, Ekberli İ, Gülser C (1999). Azerbaycan Mil ovası topraklarının verimlilik düzeylerinin deneysel ve matematiksel olarak değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 138-153.

Bosch A, Dörfer C, He JS, Schmidt K., Scholten T (2016). Predicting soil respiration for the Qinghai-Tibet Plateau: An empirical comparison of regression models. *Pedobiologia*, 59: 41-49.

Bouma J (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances Soil Science*, 9: pp. 177-213.

Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils, *Agronomy Journal*, 43(9): 434-443.

Candemir F, Gülser C (2012). Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine-textured alkaline soils. *Arid Land Research and Management*. 26: 15-31.

Carlona C, Valleb MD, Marcominia A (2004). Regression models to predict water-soil heavy metals partition coefficients in risk assessment studies. *Environmental Pollution*, 127: 109-115.

Ekberli İ, Dengiz O, Özdemir N, Göl C (2009). Topraktaki tuz miktarı ile toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *International Research Conference "Priority line of activity in the industry and working over of an agricultural output" dedicated to 80-years old of the academician K.U.Medeubekov Kazakh National Agricultural University (Almati. 22.05. 2009)*, s. 677-683.

Ekberli İ, Kerimova E (2005). Azerbaycan'ın Şirvan bölgesinde sulanan killi bir toprağın bazı fiziksel-kimyasal parametrelerinin değişimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 54-59.

Ekberli İ, Kerimova E (2008). Functional relationships between fertility and some soil parameters. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 2320-2326.

Gülser C (2004). Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktasının toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkili pedotransfer eşitliklerle belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3): 19-23.

Gülser C, Aşkın T, Özdemir N (2003). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus topraklarının erozyona duyarlılıklarının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 1-6.

Gülser C, Candemir F, İç S, Demir Z (2007). Pedotransfer modellerle ince bünyeli topraklarda doymun hidrolik iletkenliğin tahmini. V. Ulusal Hidroloji Kongresi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara. 5-7 Eylül 2007, s. 563-569.

Jackson ML (1958). *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Korolev VA (2008). Changes in the main physical properties of ordinary chernozems under the impact of irrigation. *Pocvovedeniye*, 10: 1234-1240.

Kosheleva NE, Kasimov NS, Samonova OA (2002). Regression models for the behavior of heavy metals in soils of the Smolensk-Moscow upland. *Pocvovedeniye*, 8: 954-966.

Li F, Shan X, Zhang T, Zhang S (1998). Evaluation of plant availability of rare earth elements in soils by chemical fractionation and multiple regression analysis. *Environmental Pollution*, 102: 269-277.

Liu J, Chao-Fu W, Qian X, Wei-Hua Z (2014). Capacities of soil water reservoirs and their better regression models by combining "merged groups PCA" in Chongqing. China. *Acta Ecologica Sinica*, 34: 53-65.

Purtova LN, Zimina MP (2007). Variability of physicochemical characteristics of brown forest soils within the phytogenic fields of trees (the Southern Far east). *Pocvovedeniye*, 1: 31-37.

Qian J, Wang Z, Shan X, Tu Q, Wen B, Chen B (1996). Evaluation of plant availability of soil trace metals by chemical fractionation and multiple regression analysis. *Environmental Pollution*, 91 (3): 309-315.

Rhoades JD (1986). Cation Exchange Capacity, Chemical and Microbiological Properties. *Methods of Soil Analysis, Part II*. Madison: ASA and SSSA Agronomy Monograph, No: 9.

Schaap MG (2004). Accuracy and uncertainty in PTF predictions. Development of pedotransfer functions in soil hydrology. Elsevier, p.33-43.

Shein EV, Arkhangel'skaya TA (2006). Pedotransfer functions: state of the art, problems, and outlooks. *Pocvovedeniye*, 10: 1205-1217.

Silva Chagas C, Carvalho Junior W, Barge Bhering S, Calderano Filho B (2016). Spatial prediction of soil surface texture in a semiarid region using random forest and multiple linear regressions. *Catena*, 139: 232-240.

Simon M, Garcia I (1999). Physico-chemical properties of the soil-saturation extracts: estimation from electrical conductivity. *Geoderma*, 90: 99-109.

Soil Survey Staff (1992). Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey. *Soil Surv. Invest. Report*, Washington D.C., USA: I. U.S. Gov. Print.

Office.

Soil Survey Staff (1993). Soil Survey Manual, USDA Handbook, Washington D.C., No: 18.

Soil Survey Staff (1999). Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA Handbook, Washington D.C., No: 436.

Soil Survey Staff (2004). Soil Survey Laboratory Methods Manual Soil Survey Investigations Report, USDA, No:42.

Thorntwaite CW (1948). An Approach to a Rational Classification of Climate. Geographic Review, 38: 55-94.

Utkaeva VF (2007). Specific surface area and wetting heat of different soil types in European Russia. Pochvovedeniye, 11: 1336-1346.

Verachtert E, Van Den Eeckhaut M, Poesen J, Govers G, Deckers J (2011). Prediction of spatial patterns of collapsed pipes in loess-derived soils in a temperate humid climate

using logistic regression. Geomorphology, 130: 185-196.

Wösten JHM, Schuren CHJE, Bouma J, Stein A (1990). Functional sensitivity analysis of four methods to generate soil hydraulic functions. Soil Sci. Soc. Am. J., 54: 832-836.

Yukselen-Aksoy Y, Kaya A (2010). Method dependency of relationships between specific surface area and soil physicochemical properties. Applied Clay Science, 50: 182-190.

Zaydelman FR (1987). Meliorasiya pochv. İzdatelstvo Moskovskogo Universiteta, 304 s.

Zhumabekov EZh (2005). Physical and mechanical properties of soil in Kyrgyzia. Pochvovedeniye, 7: 851-858.

# Ankara İli Kırsal Alanda Süt Tüketim Düzeylerinin Belirlenmesi

Yasemin DEMİR<sup>1\*</sup>

Erdoğan GÜNEŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara

\* Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): yasemindemir@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 15.01.2017

Kabul tarihi (Accepted): 03.03.2017

## Öz

Bu çalışmada kırsal alanda tarımsal üretim faaliyetinde bulunan hane halklarının süt tüketim düzeyleri ve tercihleri incelenmiştir. Bu doğrultuda Ankara iline bağlı Polatlı, Beypazarı, Ayaş ilçelerinde 122 birey ile 2016 yılının Nisan-Mayıs aylarında yüz yüze görüşmeler yoluyla anketler yapılmıştır. Anket sonuçlarını yorumlamak için basit aritmetik ortalama, oranlama, yüzde hesapları ve  $\chi^2$  analizi kullanılmıştır. Görüşülen ailelerin hanehalkı genişliği ortalama 3.6 kişi ve ortalama süt tüketimi kişi başına yıllık 28.4 lt olarak belirlenmiştir. İşletmelerin %59'unda süt üretimi yapılırken, yapılan  $\chi^2$  analizi sonucunda ailelerin süt tüketim düzeylerinin işletmelerin süt üretiminde bulunma durumuna ve işletme sahiplerinin yaş gruplarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Süt, tüketim, Ankara, kırsal Alan

## The determination of milk Consumption Level in Ankara Province

### Abstract

In this study, milk consumption levels and preferences of producers operating in agricultural sector in rural areas were analyzed. In this direction, polls of Ankara, Polatlı, Beypazarı, Ayaş provinces were interviewed by face-to-face interviews with 122 producers in April-May 2016. In order to interpret the survey results, simple arithmetic mean, ratio, percentage calculations, graph and  $\chi^2$  analysis were used. In the interviews, the average household size of the producers is composed of 3.6 persons and the average milk consumption per capita is 28.4 lt per capita. While milk production was conducted in 59% of the household establishments, it was determined that milk consumption levels of the families as a result of the  $\chi^2$  analysis changed according to the presence of milk production and the age groups of the business owners.

**Key words:** Milk, consumption, Ankara, rural area

## GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri özellikleri bakımından insan sağlığı için her gün tüketilmesi gereken gıda maddeleri arasında yer almaktadır. Sütün en verimli ve yaygın olduğu şekli içme sütü olarak kullanılmasıdır. Bunun en önemli nedeni, sütün çeşitli biçimlerde mamul maddelerle işlenmesi ve dayanıklı hale sokulması sırasında bileşimindeki bazı besin elementlerinde kayıpların ortaya çıkmasıdır (Çetinkaya, 2010). Yapılan araştırmalarda 1 bardak sütle 6 yaşındaki bir çocuğun günlük ihtiyacı olan B12 vitamininin %98'inin, fosforun %55'inin, kalsiyumun %52'sinin, B12 vitamininin %44'ünün karşılandığı, özellikle çocukların güçlü kemik yapısına sahip olması için süt tüketiminin çok önemli olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2016a). Bununla birlikte hayatın belirli dönemlerinde süt tüketiminin önemi büyüktür. Ergenlik, yetişkinlik ve yaşlılık dönemlerinde, menopoz döneminde, hamilelik ve emzirme sürecinde önerilen süt tüketim miktarı süt ürünlerinin tüketimi haricinde günlük 2 su bardağıdır (Anonim, 2016b). Kısaca cinsiyet ve yaş grubu ayrımı yapmaksızın her insanın günlük beslenmesine süt ürünlerinin yanı sıra sütü özellikle dahil etmesi gerekmektedir.

Süt tüketimi ülkeler için bir gelişmişlik göstergesi olarak görülmektedir. Birçok Avrupa ülkesinde ve Avustralya'da kişi başına yıllık süt tüketimi 100 kg'ı aşmakta, ABD ve Kanada'da 100 kg'a yaklaşmaktadır (Anonim 2016c). Ancak Türkiye'de kayıt altına alınan süt üretim miktarları ve dış ticaret verileri dikkate alındığında kişi başına içme sütü tüketiminin 37 kg'a yakın olduğu tahmin edilmektedir (Onurlubaş ve Çakırlar, 2016). Bu nedenle gerek sağlık uzmanları, gerekse konuyla ilgili yapılan araştırmalar süt tüketiminin önemine işaret etmekte ve tüketimin artırılması için uyarılarda bulunmaktadır.

Süt tüketim düzeyi genel olarak düşük olmasıyla birlikte sosyo-ekonomik faktörler de bu düzeyi etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda da süt tüketim miktarları ve harcamalarda süte ayrılan paylar farklılık göstermektedir. Grigg (1999), Akdeniz ülkelerinde yaptığı çalışmasında gıda tüketim modellerini incelemiş ve bölgesel farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra Akbay ve Tiryaki (2007)'nin çalışmalarında, eğitim düzeyi ve gelir ile süt tüketimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu süt tüketim alışkanlıkları ile gelir, eğitim, yaş, cinsiyet ve annenin statüsü arasında

yakın ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Hanta (1994) Adana ili kentsel alanda 200 ailenin hayvansal gıda tüketim yapısını incelemiş ve toplam hayvansal gıda tüketim harcamaları içinde süt ve süt ürünleri harcamalarının oranını %33.2 olarak hesaplamıştır. Şimşek ve ark. (2005) İstanbul ilinde ailelerin içme sütü ile ilgili alışkanlıklarını belirlemek için yaptıkları araştırmalarında, yıllık kişi başına süt tüketim miktarını 34 lt olarak hesaplamışlardır. Armağan ve Akbay (2008) ise Aydın ili kentsel alanında bazı hayvansal ürünler tüketiminin ekonometrik analizini yapmışlar ve yılda kişi başına 48.2 kg içme sütü tüketildiğini hesaplamışlardır. Çetinkaya (2010) Kafkas Üniversitesi'ndeki öğrencilerin süt ve süt ürünleri tüketimini incelemiş, öğrencilerin %33'ünün süt tükettiği, %67'sinin ise hiç süt tüketmediğini ve büyük çoğunluğunun düzenli süt tüketimi alışkanlığının olmadığını tespit etmiştir.

Bu araştırmada kentsel alanda yapılan çalışmaların yanında kırsal alanda konuyla ilgili yapılan çalışmaların azlığı nedeniyle tarımsal faaliyette bulunan ailelerde süt tüketim düzeyleri ve çeşitli parametreler arasında ilişkiler incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Araştırmanın ana materyalini, Ankara iline bağlı ilçelerde tarım sektöründe faaliyet gösteren ve kırsal alanda yaşayan üreticilerle yüz yüze anket yöntemiyle elde edilen veriler oluşturmuştur.

İkincil veriler ise konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar ile Türkiye İstatistik Kurumu istatistiki kayıtlarından ve çeşitli sivil toplum örgütlerinin yayınladığı verilerden meydana gelmiştir.

### Yöntem

#### Örnekleme Sırasında Uygulanan Yöntem

Araştırmada Ankara ilinde kırsalda tarımsal üretimde bulunan işletmelerin tamamı ile görüşmek, ekonomik ve teknik açıdan mümkün olamayacağı için örnekleme yapılması uygun görülmüştür. Popülasyonu oluşturan 2014 yılı Çiftçi Kayıt Sistemi verilerine göre işletmelerin kayıtlı işletme arazisi genişlikleri dikkate alınarak tabakalı örnekleme yöntemine göre % 90 güven sınırları ile anket uygulanacak örnek işletme sayıları bulunmuştur (Yamane, 2001).

$$n = \frac{[N \sum N_h S_h^2]}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2}$$

n = örnek işletme sayısı

$N_h$  = h'inci tabakadaki işletme sayısı

$S_h$  = h'inci tabakanın standart sapması

N = Toplam işletme sayısı

$D^2 = (d/t)^2$  değeri olup.

d = Popülasyon ortalamasından izin verilen hata miktarını (Ortalama arazi genişliğinin %10'u).

t = Araştırmada öngörülen %90 güven sınırına karşılık gelen t tablo değerini ifade etmektedir.

Araştırmada anketlerinin yapılacağı ilçeler sosyo-ekonomik farklılıklar göz önünde bulundurularak gayeli örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Seçilen ilçeler Ankara ili için üretimin yoğun yapıldığı, ürün çeşitliliğinin fazla olduğu ilçelerdir. Bu doğrultuda üretici anket uygulamalarının Polatlı, Beypazarı ve Ayaş ilçelerinde yapılmasına karar verilmiştir. Uygulanacak toplam anket sayısı 122 olarak hesaplanmış ve anketlerin 82'si Polatlı, 20'si Ayaş, 20'si Beypazarı ilçelerinde 2016 yılı Nisan ve Mayıs ayları arasında yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Anket Yapılan Gruplar ve Anket Sayıları

**Table 1.** Survey Groups and Survey Numbers

Da	Varyasyon Katsayısı	Anket Sayısı
<41	39.41	34
41-150	36.00	30
151-400	28.02	40
400+	38.43	18
		Toplam: 122

**Çizelge 2.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Üreticilerin Yaş Grupları

**Table 2.** Age Groups of Farmers by Farm Size Groups

Yaş		Gruplar				Toplam
		<41	41-150	151-400	>400	
≤30	Sayı	4	-	1	-	5
	Oran	11.8		2.5		4.1
31-49	Sayı	19	11	18	3	51
	Oran	55.9	36.7	45.0	16.7	41.8
≥50	Sayı	11	19	21	15	66
	Oran	32.3	63.3	52.5	83.3	54.1
Toplam	Sayı	34	30	40	18	122
	Oran	100	100	100	100	100

Anket yapılan ilçelere ait köyler, bölgedeki dağılım ve tarımsal potansiyel dikkate alınarak amaçlı olarak belirlenmiş, tesadüfi olarak seçilen işletmelerde uygulanmıştır. Polatlı ilçesinde Basri, Yeni Köşeler, Ömerler, Beyliköprü, Çekirdeksiz, Karacaahmet, Gedikli, Karahamzalı, Yassihüyük, Tatlıkuyu köylerinde, Beypazarı ilçesinde Dikmen, Dibecik, Fasil, Oymaağaç, Yoğunpelit, Tacettin, Acisu, Tahirler, Harmancık köylerinde ve Ayaş ilçesinde Oltan, Ilıca, Akkaya, Sinanlı, İlhan, Evc köylerinde anketler tamamlanmıştır.

Araştırmada üreticilerin demografik özellikleri, ekonomik yapıları, eğitim durumları, süt tüketim tercihleri gibi özellikler basit aritmetik ortalama, oransal hesaplama, indeks hesaplama yöntemleriyle gösterilmiştir. Çalışmanın konusu olan süt tüketim tercihleri hakkında belirlenen faktörler ve sosyo-ekonomik göstergeler arasındaki ilişkiler, Ki-kare ( $\chi^2$ ) (Düzgüneş ve ark. 1993, Sokal ve Rohlf 1995) analiziyle açıklanmıştır.

Ki-kare analizi, gözlenen frekanslar ile beklenen frekanslar arasındaki farkın istatistik olarak anlamlı olup olmadığı temeline dayanır. Ki-kare dağılımı, genellikle iki bağımsız niteliksel kriteri test etmek için kullanılır. Sıfır hipotezi, iki kriterin bağımsız olduğunu; araştırma hipotezi ise, iki kriterin arasında ilişki olduğunu ifade eder (Güngör ve Bulut, 2008).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Üreticilerin yaşları üç gruba ayrılarak işletme büyüklüklerine göre Çizelge 2'de verilmiştir. Bu gruplamaya göre 30 ve daha küçük yaş grubunda olan üreticiler anket yapılan işletmelerin yalnızca %4.1'ni oluşturmaktadır. Çoğunluk ise 50 yaş ve üzerindeki işletme sahiplerinden oluşmaktadır.

İncelenen işletmelerde üreticilerin eğitim durumları arazi büyüklük gruplarına göre Çizelge 3’de verilmiştir. Küçük yaşta aile işletmesinde çalışmaya başlayan üreticilerin eğitimi büyük çoğunlukla ilkokul düzeyinde kalmaktadır. Görüşülen üreticilerin %85,2’si ilkokul mezunudur.

İşletmelerin süt üretim faaliyet yapısı incelendiğinde, bunların %59’unun süt sığına sahip olduğu ve işletmelerin süt üretimi yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Görüşülen işletmelerin hiçbirinde koyun veya keçi sütü üretilmediği belirlenmiştir.

İşletmelerin ortalama gelirleri, aylık ortalama gıda harcamaları ve süt harcamaları Çizelge 5’de verilmiştir. Buna göre araştırma alanında işletme büyüklüğü arttıkça doğru orantılı olarak gelir ve gıda harcamalarında da artış olduğu görülmüştür. Ortalama süt harcamalarının düşüklüğü,

üreticilerin kendi ürettiği sütü tüketmelerinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmada işletmelerde hane halkı genişliği ortalama 3.7 kişi olarak hesaplanmıştır. Ortalama aylık süt tüketimi aile başına 11.7 lt ve kişi başına yıllık süt tüketim ise 28.4 lt olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6). Bu miktar hem Türkiye ortalamasından hem de önerilen miktarlardan düşüktür. Çelik ve ark. (2005), Şanlıurfa kentsel alanda yaptıkları çalışmalarında aileler genelinde ortalama aylık süt tüketimi miktarını 16.2 litre olarak belirlemişlerdir.

Süt tüketim miktarları işletmelerin süt üretimi yapma durumlarına göre incelendiğinde, üretimin olduğu işletmelerde süt tüketiminin de arttığı görülmüştür (Çizelge 7). Süt üretimi yapan işletmelerin %50’si aylık aile başına 11-20 lt arasında süt tüketirken, üretim yapmayan işletmelerde aile başına aylık tüketim %58 oranında 5 lt’nin altında

**Çizelge 3.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre İşletme Yöneticilerinin Eğitim Durumu

**Table 3.** Educational Situations of Farmers by Farm Size Groups

Eğitim Durumu		Gruplar				
		<41	41-150	151-400	>400	
Okur-Yazar Değil	Sayı	-	-	1	-	1
	Oran			2,50		0.8
İlkokul	Sayı	25	26	36	17	104
	Oran	73.5	86.7	90.0	94.4	85.2
Lise	Sayı	8	4	3	1	16
	Oran	8.8	13.3	10.0	5.6	9.8
Yük.Okul-Üniversite	Sayı	1	-	-	-	1
	Oran	2,9	-	-	-	0,8
Toplam	Sayı	34	30	40	18	122
	Oran	100	100	100	100	100

**Çizelge 4.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Süt Üretimi Yapma Durumu

**Table 4.** Milk Production Status by Farm Size Groups

Süt Üretimi Yapma Durumu		Gruplar				Genel (122)
		<41	41-150	151-400	>400	
Evet	Sayı	19	18	23	12	72
	%	55.9	60.0	57.5	66.7	59.0
Hayır	Sayı	15	12	17	6	50
	%	42.9	40.0	42.5	33.3	41.0
Toplam	Sayı	34	30	40	18	122
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\chi^2= 0.624$	DF = 3	P =0.891				

**Çizelge 5.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Gelir Durumları, Gıda ve Süt Harcamaları**Table 5.** Income Situations, Food and Milk Expenditures by Farm Size Groups

Değişken	Gruplar				Genel (122)
	<41	41-150	151-400	>400	
Ortalama Gelir (TL/Ay)	902.9	1178.3	1254.5	1486.1	1172.0
Gıda Harcamaları (TL/ay)	251.1	298.1	331.8	346.9	303.3
Süt Harcamaları (TL/ay)	13.5	10.3	10.5	5.0	10.5

**Çizelge 6.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Hanehalkı Genişliği ve Süt Tüketim Miktarları**Table 6.** Household Width and Milk Consumption Quantities by Farm Size Groups

Değişken	Gruplar				Genel (122)
	<41	41-150	151-400	>400	
Hanehalkı Genişliği(Kişi)	3.4	3.5	3.9	4.1	3.7
Süt Tüketimi(lt/ay)	9.9	9.3	7.4	6.3	8.4
Kişi Başına Süt Tüketimi (lt/Yıl)	36.1	32.1	23.7	18.2	28.4

**Çizelge 7.** İşletmelerin Süt Üretimi Yapma Durumuna Göre Süt Tüketim Düzeyleri**Table 7.** Milk Consumption Levels by Milk Production Status

Süt Üretimi Yapma Durumu		Gruplar				Genel (122)
		1-5	6-10	11-20	>20	
Evet	Sayı	12	19	36	5	72
	%	16,7	26,4	50.0	6.9	100.0
Hayır	Sayı	29	11	9	1	50
	%	58.0	22.0	18.0	2.0	100.0
Toplam	Sayı	41	30	45	6	122
	%	33.6	24.6	36.9	4.9	100.0

$\chi^2= 24.891$     DF = 3    P =0.000

**Çizelge 8.** Yaş Gruplarına Göre Süt Tüketim Düzeyleri**Table 8.** Milk Consumption Levels by Age Groups

Yaş Grupları		Süt Tüketimi (lt/ay)				Genel (122)
		1-5	6-10	11-20	>20	
≤30	Sayı	2	-	2	1	5
	%	4.9		4.4	16.7	4.1
31-49	Sayı	8	13	26	4	51
	%	19.5	43.3	57.8	66.7	41.8
≥50	Sayı	31	17	17	1	66
	%	75.6	56.7	37.8	16.7	54.1
Toplam	Sayı	41	30	45	6	122
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

$\chi^2= 19.454$     DF = 6    P =0.003



**Çizelge 9.** İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Süt Temin Yerleri**Table 9.** Milk Supply Locations by Farm Size Groups

Süt Temin Yöntemi		Gruplar				Genel (122)
		<41	41-150	151-400	>400	
İşletmede Üretilen	Sayı	19	18	23	12	72
	%	55.9	60.0	57.5	66.7	59.0
Komşulardan Açık Süt	Sayı	11	10	14	6	41
	%	32.4	33.3	35.0	33.3	33.6
Ambalajlı Süt	Sayı	4	2	3	-	9
	%	11.7	6.7	7.5		7.4
Toplam	Sayı	34	30	40	18	122
	%	100	100	100	100	100
$\chi^2 = 2.532$ DF = 6		P = 0.865				

**Çizelge 10.** Süt Temininde Etkili Faktörler**Table 10.** Effective Factors for Milk Supply

Değişken		Gruplar				Genel (122)
		<41	41-150	151-400	>400	
Güvenilir Olması	Sayı	4	2	4	1	11
	%	26.7	16.6	23.5	16.7	22.0
Hijyenik Olması	Sayı	8	5	9	4	26
	%	53.3	41.7	53.0	66.6	52.0
Akrabalık-Komşuluk	Sayı	3	5	4	1	13
	%	20.0	41.7	23.5	16.7	26.0
Toplam	Sayı	15	12	17	6	50
	%	100	100	100	100	100
$\chi^2 = 2.483$ DF = 6		P = 0.870				

kalmaktadır. Tüm işletmelerin %36.9'u aylık 11 ile 20 lt arasında süt tüketmektedir. Yapılan  $\chi^2$  analizi sonucunda ailelerin süt tüketim düzeylerinin işletmelerin süt üretimi yapma durumuna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir ( $\chi^2 = 24.891$  P = 0.000).

Çizelge 8'de görüldüğü gibi ailelerin süt tüketim düzeyleri yaş gruplarına göre incelendiğinde, süt tüketiminin işletme sahibinin yaşı arttıkça azaldığı, ailelerin süt tüketim düzeylerinin işletme sahibinin yaşına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. ( $\chi^2 = 19.454$  P = 0.003). Benzer şekilde Onurlubaş ve Çakırlar (2016) gençlerin yaşlılara göre daha fazla süt tükettiğini belirtmişlerdir.

Ailelerin süt temin yerleri incelendiğinde, işletmelerinde süt hayvanı bulunmayan üreticiler

büyük oranda komşularından açık süt almakta, işletmelerin %9'u ise ambalajlı süt tercih etmektedir (Çizelge 9). Kentsel alanda da hijyen açısından sakıncalı etkileri bulunan açık sütün aileler arasında tercih edildiğini gösteren araştırmalar da bulunmaktadır. Erdal ve Tokgöz (2011) ailelerin %67.8'ünün açık sütü tercih ettiğini, %32.2'sinin ise ambalajlı süte yöneldiğini yaptıkları araştırmada ortaya koymuşlardır.

Süt üretimi yapmayan işletme sahiplerinin süt temininde dikkat ettiği hususlar Çizelge 10'da verilmiştir. Üreticiler süt alırken %52 oranında hijyenik olmasına dikkat etmektedir. Ayrıca işletmelerin %26'sı ise komşuluk-akrabalık ilişkisi nedeniyle süt temin yerini tercih etmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de nüfusun yaklaşık 1/3’ü tarımsal faaliyetlerle geçimini sağlamakta ve bu kesimin büyük çoğunluğu kırsalda özellikle de köylerde yaşamaktadır. Araştırmanın inceleme konusu olan süt, insan beslenmesi açısından gereklidir ve Türkiye’nin önemli bir süt üreticisi olması bu yönden avantaj yaratmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre dünyada inek sütü üretiminde 8. sırada yer almaktadır. Üretim bu derece önemli oluşuna karşın tüketim düzeyi beklenenin altındadır. Yapılan araştırmalar ülkemizde süt tüketiminin düşük düzeylerde olduğunu göstermektedir. Bu araştırmada Ankara ili kırsal alanında tarımda faaliyette bulunan tarım işletmelerinde süt tüketim eğilimi ve etkili faktörler ve faktörler arası ilişkiler ortaya konulmuştur.

Özetle, görüşülen üreticilerin büyük çoğunluğu 50 yaş üzerinde ve ilkokul mezunudur. İşletmelerin aylık ortalama gelirleri 1172 TL ve aylık gıda harcamaları 303 TL’dir. İşletme sahiplerinin hanehalkı genişliği ortalama 3.7 kişidir. Süt tüketimi ortalama olarak aile başına aylık 11.7 lt ve kişi başına yıllık ise 28.4 lt olarak hesaplanmıştır. Bu miktarlar Türkiye ortalamasının altındadır ve kırsal alandaki ailelerin süt tüketimine yeterince önem vermediğini göstermektedir.

Araştırma alanında hanehalklarının süt tüketim düzeylerinin işletmelerin süt üretme durumuna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Üretim olmadığı hanelerde gıda tüketimi içinde süte fazla yer verilmediği ve bu konuda satın alma gücü yetersizliği yanında alışkanlığın etkisi ile süt tüketimi için çaba gösterilmediği anlaşılmaktadır. Ayrıca süt tüketiminin işletme sahibinin yaşı arttıkça azaldığı ve süt tüketim düzeyinin işletme sahibinin yaşına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar ve sağlık uzmanlarının görüşleri, süt tüketiminin özellikle yaşlılıkta önemli olduğunu ve önceki yaşlardaki bu tüketim alışkanlığının insanları birçok hastalık ve rahatsızlıklara karşı koruduğunu ortaya koymaktadır (Ünal ve Besler, 2008). Bu nedenle tüketimin sadece çocuklar için değil, aynı zamanda her yaşta insanlar için artırılması yönünde bilinç çalışmalarına gerek vardır.

Araştırma sonuçlarına göre Ankara ilinde kırsal alanda yaşayan, tarım sektöründe faaliyet gösteren ailelerin süt tüketim düzeyleri oldukça düşüktür. Büyük çoğunluğunun çocuk sahibi

olduğu, yoğun fiziksel aktivite gerektiren tarım sektöründe çalıştıkları düşünüldüğünde, makro ve mikro besin öğelerinin büyük bir bölümünü içinde barındıran süt tüketiminin azlığı dikkat çekmekte ve artırılma gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte tüketim bilincine yönelik çalışmalar artırılarak yapılmalıdır. Okulda yer alan çocuklara okul sütü gibi programların tüm yıla yayılarak devam etmesi önemlidir. Bu arada sütün her yaş ve dönem için önemini anlatan basılı ve görsel yayınlara önem verilmelidir. Tüketim bilincin artışında aileden, okuldan, çevreden ve makro düzeyde hükümet uygulamalarından yararlanmak gerekir. Konuyla ilgili bilinçlendirme çalışmaları özellikle kırsal alanda yaşayan ailelere dengeli beslenme için gerekli olan gıda ürünleri hakkında bilgi verilmesi ve bunun içinde de süt tüketimine gereken önemin verilmesine yönelik sistematik çalışmalara gerek vardır.

## KAYNAKLAR

- Akbay C, Tiryaki G.Y (2007). Tüketicilerin Ambalajlı ve Açık Süt Tüketim Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi: Kahramanmaraş Örneği. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(1): 89-96.
- Anonim (2016a).<http://www.milliyet.com.tr/sut-gunluk-besin-ihtiyacinin-pembener-detay-sagliklibeslenme-2191099/> Erişim Tarihi: 12.12.2016
- Anonim (2016b).<http://www.pinarsutum.com/yasagore-sut-tuketimi> Erişim Tarihi:12.12.2016
- Anonim (2016c). <http://m.gidagundemi.com/haber/turkiyede-sut-ve-sut-urunleri-tuketimi-h9619.html> Erişim Tarihi: 15.12.2016
- Armağan G, Akbay C(2007). An Econometric Analysis of Urban Households’ Animal Products Consumption in Turkey, Applied Economics, 1-8.
- Çelik Y, Karlı B, Bilgiç A, Çelik Ş (2005). Şanlıurfa İli Kentsel Alanda Tüketicilerin Süt Tüketim Düzeyleri ve Tüketim Alışkanlıkları, Tarım Ekonomisi Dergisi 2005; 11(1) : 5 – 12.
- Çetinkaya A. (2010). Kafkas Üniversitesi Öğrencilerinin İçme Sütü ve Süt Ürünlerini Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 5 (2), 73-84.
- Düzgüneş O, Kesici T, GürbüzF (1993). İstatistik Metotları (II. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1291, Ders Kitabı: 369, 218 s., Ankara
- Erdal G, Tokgöz K (2011). Tüketicilerin Ambalajlı ve Açık Süt Tüketim Tercihlerini Etkileyen Faktörler: Erzincan İli Örneği, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 13 (20): 111-115, 2011.
- Grigg D (1999). Food Consumption in the Mediterranean region. Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie, 90(4): 391-409.

Güngör M, Bulut Y (2008). Ki-Kare Testi Üzerine. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Elazığ.

Hanta B (1994). Adana ili Kentsel Alanda Hayvansal Gıda Tüketim Yapısı (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Onurlubaş E, Çakırlar H (2016). Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1): 217-242.

Sokal R.R, Rohlf F.J (1995). Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Third edition. W.H. Freeman Company. New York.

Şimşek O, Çetin C, Bilgin, B (2005). "İstanbul İlinde İçme Sütü Tüketim Alışkanlıkları ve Bu Alışkanlıkları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma", Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2, 1.

Tuik (2016). İstatistiksel Veriler, www.tuik.gov.tr

Ünal N.R, Besler H.T (2008). Beslenme Sütün Önemi, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727, Ankara.

Yamane T. (2001). Temel Örneklem Yöntemleri. (Birinci Baskı). Çeviren: Alptekin EŞİN, M. Akif BAKIR, Celal AYDIN ve Esen GÜRBÜZSEL. İstanbul. Literatür Yayıncılık.

# Yarı Nemli Ilıman İklim Koşullarında Farklı Eğim ve Farklı Arazi Örtüsü Altında Toprak Gelişimi ve Agregat Stabilitesi Değişimi

Tülay TUNÇAY<sup>1\*</sup>Orhan DENGİZ<sup>2</sup><sup>1</sup>Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): tulaytuncay@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 18.01.2017

Kabul tarihi (Accepted): 06.03.2017

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı, aynı ana materyal, farklı eğim ve arazi kullanım koşulları altında toprak gelişimi ve suya dayanıklı agregat stabilitesi değişimini incelemektir. Bu çalışma, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevkii alanı içerisinde farklı topografik pozisyonlarda yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda yürütülmüştür. Bu kapsamda, kesit üzerinde kuzey ve güney yönde altı profil seçilmiş ve incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre, kesit üzerinde eğimli yamaç arazilerde yer alan topraklar Entisol ordosundan Lithic Ustorthent alt grubunda sınıflandırılırken, düz düze yakın eğimli taban ve tepe/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Inceptisol ve Vertisol ordolarına ait Typic Haplustert, Vertic Haplustept ve Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde aynı ana materyal üzerinde farklı toprakların oluşması, diğer bir ifade ile genç ve olgun toprakların lokal bir alan içerisinde birlikte yer almaları, topografya veya lokal rölyefin toprak oluşum sürecinde ana materyal ve zaman üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu duruma toprakların üzerinde yer alan vejetasyonun sıklığı, çeşidi gibi faktörlerin de önemli etki yaptığı görülmüştür. Toprakların olgunlaşmasında veya genç kalmalarında özellikle yamaç arazilerde yer alan topraklarda su hareketi dolayısıyla toprak taşınımı ve birikiminin yerinde oluşum kadar etkili olduğu görülmektedir. Taban ve etek arazilerde yer alan ve kuru tarım olarak kullanılan Typic Haplustert ve Vertic Haplustept topraklara ait üst katmanda suya dayanıklı agregat değerleri ile mera olarak kullanılan tepe üstü düzlük üzerinde yer alan Typic Haplustept'in değerleri arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir ve bu farklılığın özellikle toprakların tarımsal kullanım ve organik madde içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Orman ve mera arazi örtüsü altında yamaç araziler üzerinde yer alan Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılan topraklarda ise agregat değerleri yaklaşık aynı düzeyde olup % 63.28 ile % 70.16 arasında değişmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak oluşumu, toprak sınıflaması, agregat stabilitesi, arazi kullanım-arazi örtüsü, topoğrafik pozisyon

## Variation of Aggregate Stability and Soil Development with Different Slope and Land Cover under Semi Moist Humid Climate Conditions

### Abstract

The aim of this study is to examine the changes in soil development and water-resistant aggregate stability on the same parent material, but with different slopes, land cover and land use under semi-humid climatic conditions. It was carried out on the soil formed on the basaltic parent material in

different topographical positions within the Dağköy area of Engiz Country, which is located at the south of the Samsun-Bafra Highway. In this context, six soil profiles were selected on north and south transect direction and examined. According to the study results, the lands located on sloped fields were classified in the Lithic Ustorthent subgroup of the Entisol order, while the lands on the lower-sloped fields and the hill/plateau plains were classified as Typic Haplustert, Vertic Haplustept and Typic Haplustept, belonging to the Inceptisol and Vertisol orders. The formation of different soils on the same parent material in the study area – in other words, young and mature soils co-existing in a local area – suggests that topography or local relief has a significant impact on the material and time involved in the soil formation process. In addition, factors including the frequency and variety of vegetation on the land have also been shown to have an important effect. It is seen that in the maturation of the soil and in the process that keeps the soil young, the soil transport and accumulation, especially in the soils located on the slopes due to water movement, is as effective as the formation that occurs on the spot. A significant difference was determined between the upper layer water-resistant aggregate values of Typic Haplustert and Vertic Haplustept soils used as dry agriculture – at the flat and foothill fields – compared to the values of the Typic Haplustept soil used as pasture on the upper plains, and this difference is thought to be caused in particular by agricultural use of the soils and by their organic matter content. In the soil classified as Lithic Ustorthent on the sloped land under the forest and pasture lands, the aggregate values were about the same level, ranging from 63.28% to 70.16%.

**Key Words:** Soil formation, soil classification, aggregate stability, land use-land cover, topographic position

## GİRİŞ

Toprak yaşamın temel parçalarından en önemlisi ve sürekli değişme halinde olan karmaşık bir sistemdir. Toprakların oluşumu ve gelişimi esnasında çeşitli ayrışma, parçalanma, taşınma, birikme, yeni ürünlerin oluşumu gibi birçok toprak yapan olaylar ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda topraklar ana materyal üzerine, topoğrafya, iklim, canlıların ve toprak oluşunun devam ettiği sürenin uzunluğunu ifade eden zamanın etkisiyle gelişim gösterir ve karakter kazanırlar (Jenny, 1941).

Toprak oluşumu sırasında topoğrafya, solumun kalınlığı, profilin ıslaklığı, rengi, horizon farklılaşmasının derecesi, A horizonunun organik madde miktarı, çözünebilir tuz miktarı gibi çok sayıda etmenin, toprak reaksiyonu üzerine aktif rol oynadığı bilinmektedir (Tanju, 1996). Toprakların bilinçli ve dengeli bir şekilde kullanılabilmesi için toprak oluşum ve gelişim süreçlerinin ortaya konulması ve fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Toprakların agregatlaşma derecesi ve buna bağlı olarak meydana gelen strüktürün korunumu ve devamlılığı, erozyonun önlenmesi ve bitki yetiştirilmesi açısından önemlidir. Agregat dayanıklılığı üzerine organik madde, kil miktarı ve tipi, oksit miktarının etkili olduğu (Oades, 1984; Öztürkmen ve Savaş, 2014) bilinmektedir.

Bununla birlikte organik karbon makro agregat dağılımında, seskioksitler ise mikro agregat dağılımında etkili olmaktadır (Yao vd., 1990).

Bu çalışmanın amacı, benzer ana materyal, farklı topoğrafya ve arazi kullanım-arazi örtüsü altında oluşmuş altı toprak profilindeki lokal değişimlerin incelenmesi ve toprakların agregat stabilite durumlarının belirlenmesidir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Araştırma Alanı Genel Özellikleri

Engiz Çayı havzası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümünde, Bafra Ovasının kuzeyinde, Samsun ili sınırları içerisinde yer alır. Araştırma sahası Engiz Çayı havzası aşağı çıkırında, Dağköy mevki alanı içerisinde kalan, kuzey-güney doğrultu kesiti ve deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliğinde bulunmaktadır.

Sahanın oluşum ve gelişiminde Engiz Çayı büyük rol oynamaktadır. Araştırma sahası ve yakın çevresinde yüzeylenen en geniş birim Yenikonak formasyonudur, volkano sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Büyük çoğunluğu tüf, tüfit, bazalt, kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli kumtaşı-şeyl aralanmasından oluşmaktadır (Gedik ve Korkmaz, 1984). Dikkate alınan bazalt ana materyali üzerinde

**Çizelge 1.** Bafra'nın uzun yıllar (1975-2010) ortalama aylık yağış sıcaklıklarının dağılımı  
**Table 1.** Long term monthly average rainfall and temperature distribution of Bafra

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
T	5.7	5.6	7.2	10.9	15.1	19.8	22.6	22.6	19.0	14.9	11.0	7.6	13.5
P	81.6	65.7	60.3	56.9	47.8	48.3	30.9	42.2	61.3	101.6	98.3	100.6	794.4

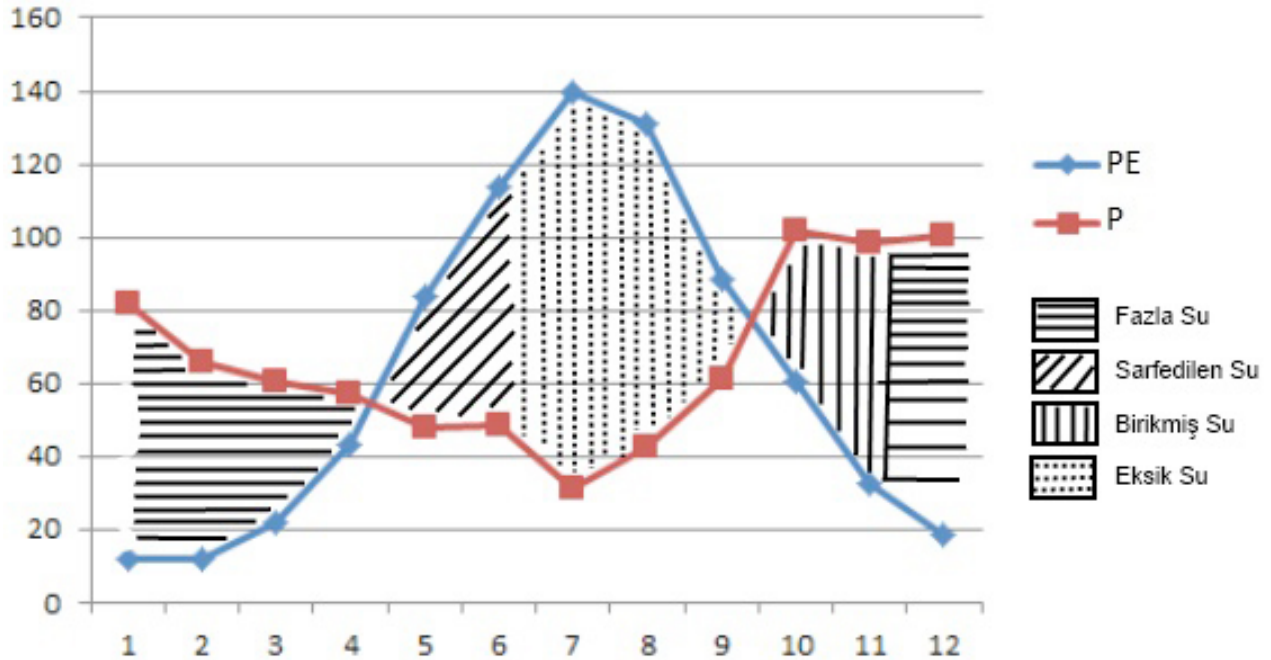
T: Sıcaklık (°C), P: Yağış ortalaması (mm)

oluşan topraklarda mera alanları ile kuru tarım yapılan alanlar yer almakta olup, çok az olsa da meşelerden oluşan ormanlık alanlar mevcuttur.

Çalışma alanı içerisinde meteorolojik ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle araştırma alanı çevresindeki istasyonlar esas alınmıştır. Araştırma sahasında yılın en soğuk ayı Şubat'tır (5.6 °C). En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır (22.6 °C). Yılın dört ayında (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) ortalama sıcaklıklar 10°C'nin altında kalırken Nisan ayından itibaren yükselmektedir. İlkbahar dönemlerinde düzenli bir sıcaklık artışı ve sonbahar dönemlerinde düzenli bir azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Sıcaklıkların 0°C'nin altına düşmesi don olaylarına sebep olur ve dolaylı olarak özellikle ana kayanın ortaya çıktığı yerlerde morfolojik değişimi hızlandırır. Araştırma sahasında ortalama yağış miktarı yaklaşık 800 mm'lerde değişiklik göstermektedir. Araştırma sahası uzun yıllar aylık yağış ortalamaları en düşük yağış miktarının Temmuz (30.9 mm) ve Ağustos (42.2 mm) aylarında olduğunu göstermektedir. En yüksek yağış miktarı ise Ekim (101.6 mm) ayındadır.

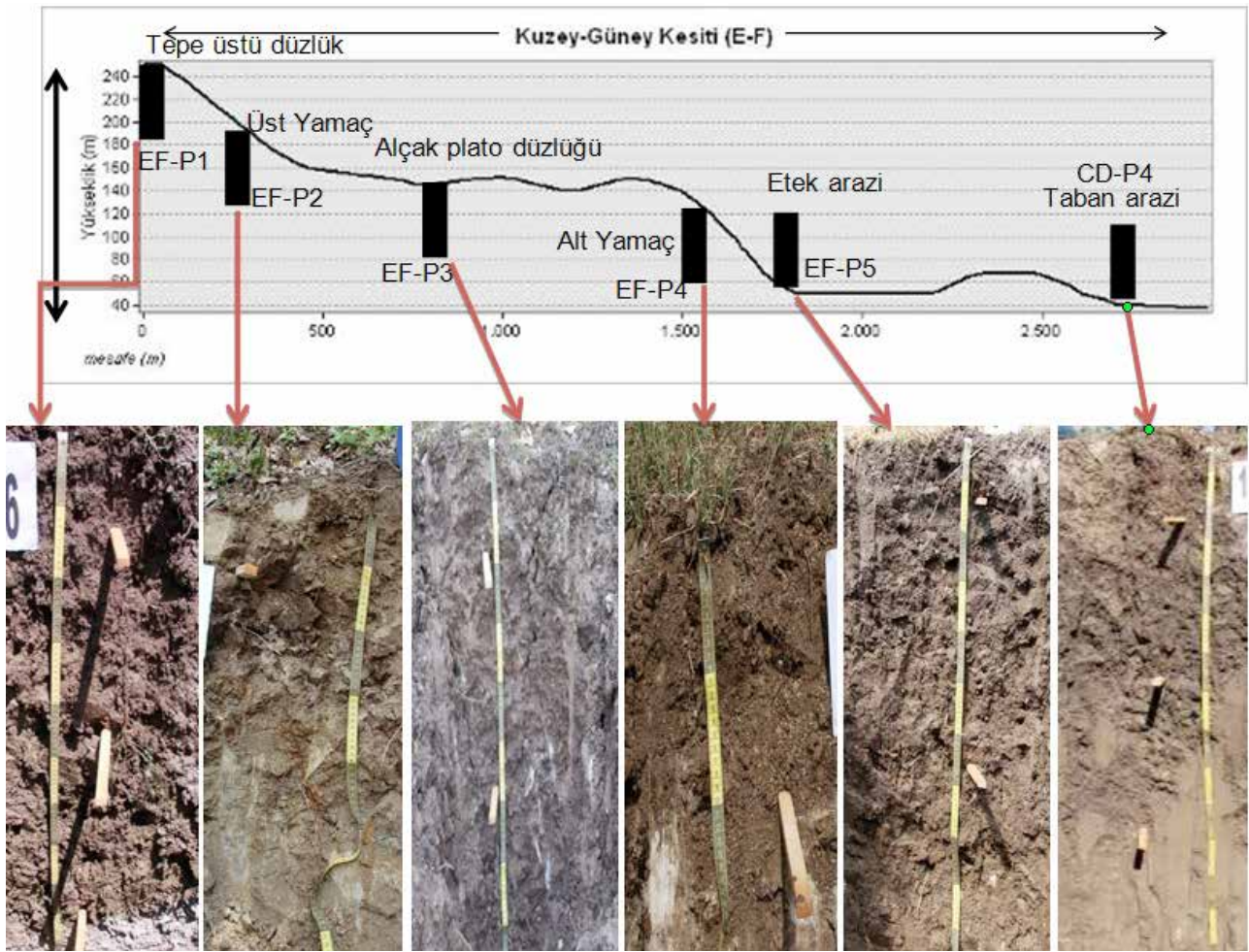
Çalışma alanına ait su bilançosu diyagramına göre, Nisan ayı ortalarından Eylül ayının sonlarına kadar buharlaşma değerleri yağış değerlerinden daha yüksektir. Nisan sonlarından Haziran sonlarına kadar birikmiş su kullanılmaktadır. Bu yüzden bu aylarda kuraklık etkili değildir. Temmuz ayından itibaren Eylül ayının ortalarına kadar yaklaşık üç buçuk aylık bir süre kurak geçmektedir (Şekil 1). Araştırma sahası iklim verileri De Martonne formülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu formüle göre sahanın yıllık indis değeri 33.8'dir. Bu değere göre saha nemli iklim sahası içerisinde kalmaktadır. Araştırma sahası Köppen'e göre Orta İklimler Kuşağı'nda yer alır ve Csb harfleriyle ifade edilen kışı ılık, yazı sıcak, kurak fakat kısa iklim sınıfının özelliğini gösterir.

Araştırma alanında 150 m seviyelerinde bir aşınım yüzeyi bulunmaktadır. Bu aşınım yüzeyi Dağköy ve çevresinde net olarak izlenebilmektedir. Araştırma sahasının batısında Akkan (1970) Kızılırmak Deltası'nı incelerken 120-130 m yükseklikteki düzlüklerden bahsetmiş ve bunların eski delta seviyesinin ana kaya üzerindeki devamı



**Şekil 1.** Bafra'nın su bilançosu diyagramı (Thornthwaite, 1948)

**Figure 1.** Bafra's water balance diagram ((Thornthwaite, 1948)



Şekil 2. Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultusunda yer alan farklı topoğrafik pozisyonda açılan profiller

Figure 2. Profiles opened in different topographical positions in the Southwestern-Northeast Direction

durumunda olmaları nedeniyle, eski deltanın gelişmiş olduğu taban seviyesine göre teşekkül etmiş "kıyı aşınım düzlükler" olduğu sonucuna varmıştır. Bu duruma göre Dağköy aşınım yüzeyinin seviye ve oluşum bakımından eski deltaya benzerlik gösterdiği söylenebilir. Bu yüzey Dağköy aşınım yüzeyi olarak isimlendirilmiştir.

Bu araştırma farklı topoğrafik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük, yamaç, etek ve taban araziler) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, toprak oluşum süreçleri ortaya konulması ve bu süreçlerin agregat stabilitesi üzerindeki değişimlerini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Bu amaçla araştırma, Engiz Çayı havzası içerisinde olan, deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliği olan kuzey-güney doğrultusu üzerinde yaklaşık 9.5 km<sup>2</sup>'lik alanda yürütülmüştür. Araştırma alanına ait 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita CBS ortamında

sayısallaştırılarak alana ait eş yükselti, eğim ve kabartı haritaları oluşturulmuştur. Araştırma alanındaki kesit üzerindeki arazi şekli ve açılan profillerin şematik gösterimi Şekil 2'de verilmiştir.

Açılan her bir profil çukurundan horizon esasına göre (1.5-2 m) toprak örneklemeleri yapılarak laboratuvara getirilmiş ve analiz ön işlemlerine tabi tutulmuştur. Analizlere hazır hale getirilen topraklarda fiziksel, kimyasal ve morfolojik analizler yapılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil Soil Survey Manual (1993) tarafından belirtilen usuller esas alınarak incelenmiştir. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise Soil Survey Staff (1999)'a göre yapılmıştır.

Profillerden alınan bozulmuş toprak örneklerinde bünye (Bouyoucos, 1951), suya dayanıklı agregat stabilitesi (SDA) (Kemper ve Rosenau, 1986), değişebilir katyonlar pH' sı 8.2'ye ayarlı sodyum asetat (NaOAc) kullanılarak (Rhoades, 1986), serbest karbonatların analizinde

Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre kullanılarak (Soil Survey Laboratory, 1992; 2004), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Laboratory, 1992; 2004), organik madde analizi Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Kesit Üzerinde Yer Alan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kuzey-güney doğrultusunda yer alan farklı topografik pozisyonda (tepe üstü düzlük, üst yamaç, alt yamaç, etek ve taban) ve arazi kullanımlarında (tarım, orman ve mera) açılan altı farklı profile ait arazi kullanımı, topografik pozisyonları, yükseltileri, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

CD-P4 nolu profil, taban arazi üzerinde oluşmuş düz ve düze yakın eğimli, derin topraklardır. Tüm profil kil bünyeli olup, kil % 56.2 ile % 78.2 arasında değişmektedir. Bu durumun toprakların saturasyon değerlerini doğrudan etkilemesi nedeniyle, özellikle kil

**Çizelge 2.** Kesit üzerinde yer alan toprakların fizyografya, arazi kullanım, yükseklik, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları  
**Table 2.** Physiography, land use, elevation, physical and chemical analysis results of soils on the transect

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC dS.m <sup>-1</sup>	Kireç %	OM %	Değişebilirler Katyonlar cmol.kg <sup>-1</sup>			Bünye %			SDA %	
						Na+	K+	Ca+++Mg++	C	Si	S		Sınıf
CD-P4 / Taban / Kuru Tarım / 25 m													
Ap	0-23	7.50	0.17	0.20	1.65	0.22	1.67	40.91	56.2	23.1	20.7	C	7.16
Bss1	23-65	7.30	0.44	0.98	1.26	0.25	1.47	39.64	62.6	12.8	24.5	C	17.71
Bss2	65-106	8.25	0.17	1.10	1.09	1.33	1.41	37.59	68.4	15.8	15.8	C	18.03
C	106 +	8.14	0.11	2.67	0.14	1.35	1.40	36.04	78.4	2.8	18.8	C	4.20
EF-P5 / Etek / Tarım / 50 m													
Ap	0-15	8.28	0.26	0.79	2.21	0.36	0.36	42.97	58.3	20.0	21.7	C	21.61
Bw	15-66	8.12	0.18	1.26	0.67	0.47	0.32	42.58	61.9	25.6	12.5	C	18.19
2Cr	66-106	8.20	0.25	1.75	0.55	1.02	0.26	26.49	37.3	34.8	27.9	CL	5.16
EF-P4 / Alt Yamaç / Mera / 132 m													
A	0-19	7.89	0.40	0.39	3.37	0.16	0.49	41.02	32.5	18.6	48.9	SCL	70.16
R	19-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EF-P3 / Alçak Plato / Orman / 160 m													
A	0-18	7.06	0.44	1.08	1.88	0.24	0.32	46.71	54.4	22.6	23.1	C	35.13
Bw	18-57	7.31	0.42	1.02	0.06	0.34	0.09	50.11	61.1	17.7	21.2	C	28.38
Cr	57-87	7.01	0.51	0.39	0.57	0.58	0.09	39.87	57.5	22.6	19.9	C	6.34
EF-P2 / Üst Yamaç / Orman / 190 m													
A	0-11	6,74	0.35	0.09	1.54	0.35	0.43	27.92	22.0	21.8	56.2	SL	63.28
Cr	11-65	7.01	0.20	0.29	0.87	0.54	0.12	17.00	14.6	9.3	76.1	LS	7.39
EF-P1 / Tepe Üstü Düzlük / Mera / 251 m													
A	0-12	7.14	0.55	0.69	3.53	0.29	0.58	48.85	61.9	23.6	14.5	C	36.23
Bw1	12-41	7.70	0.54	0.98	1.78	0.27	0.31	43.98	49.9	27.7	12.5	C	14.09
Bw2	41-84	7.92	0.11	0.98	1.41	0.64	0.29	51.62	47.9	32.3	19.8	C	7.77
2Ck	84-105	7.94	0.38	6.37	1.29	0.63	0.09	43.74	40.0	40.8	19.1	C	3.37

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, C: Kil, Si: Silt, S: Kum, SDA: Suya dayanıklı agregat



miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarının yüksekliği ve kil içeriği nedeniyle  $42.80 \text{ cmol.kg}^{-1}$  olmasına karşın derinlere doğru bu miktar düşüş göstermektedir. Bu durum organik madde miktarı için de geçerli olup yüzeyde % 1.65 olmasına karşın 105 cm den sonra % 0.14'e düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup pH değerleri 7.05 ile 8.25 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup yüzeyde % 0.20 iken derinde bir miktar artarak % 2.67 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Kuzey-güney doğrultusunda yer alan farklı topografik pozisyonlardan etek arazi üzerinde açılan EF-P5 kodlu toprak profili, orta derin ve ağır bünyelidir. 66 cm derinliğe kadar kil % 58.3 ile % 61.9 arasında değişmektedir. Toprakların katyon değişim kapasiteleri (KDK) yüzeyde organik madde miktarı ve kil içeriği nedeniyle  $43.69 \text{ cmol.kg}^{-1}$  olmasına karşın 66 cm'den sonra  $27.77 \text{ cmol.kg}^{-1}$  e düşmektedir. Benzer şekilde organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 2.21 olmasına karşın yüzey altı katmanda % 0.55'e düşmektedir. Toprak reaksiyonu alkalın olup pH değerleri 8.12 ile 8,28 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktardadır ve % 0.79-1.75 arasında değişmektedir. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P4 kodlu profil kuzey-güney doğrultusunda yer alan kesiti üzerinde deniz seviyesinden 132 m yükseklikte yer alan profil olup, fizyografik açıdan yamaç arazidir. Yüzey örtüsü çok zayıf olması ve dik eğimli olmaları nedeniyle erozyon şiddeti fazla, bundan dolaysıda topraklar çok sığ derinliğe (19 cm) sahiptirler. Yüzey toprakları kaba bünyeli olup kumlu kil tındır. KDK ve organik madde içerikleri yüzey toprağında  $41.67 \text{ cmol.kg}^{-1}$  ve % 3.37 dir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, pH değerleri 7.89' dir. Kireç profilde çok az olup % 0.39'dur. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P3 kodlu profil deniz seviyesinden 160 m yükseklikte yer alan alçak plato üzerinde oluşmuş, hafif eğime sahip derin topraklardır. Üzerinde

genellikle orman ve mera örtüsü bulunduran bu arazilerdeki topraklar, ağır bünyelidirler. Kil profilde % 54.4 ile % 61.1 arasında değişmektedir. Bu durum ağır bünyeye sahip profillerde olduğu gibi, toprakların doygunluk olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların suyla doygun olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları 40.54 ile  $50.54 \text{ cmol.kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Organik madde miktarı yüzeyde % 1.88 iken derinlere doğru bu oran hızlı bir şekilde düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup pH değerleri 7.01 ile 7.31 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup yüzeyde % 1.08 iken derinde azalarak % 0.39 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P2 kodlu profil kuzey-güney doğrultusunda yer alan kesit üzerinde deniz seviyesinden 190 m yükseklikte yer almakta profil olup, fizyografik arazi şekli yamaçtır. Çok sığ derinliğe (11 cm) sahip, kumlu tın bünyelidirler. Kil ve organik madde içerikleri diğer profillere göre çok düşük seviyelerde olmaları nedeniyle KDK 17.66 ile  $28.70 \text{ cmol.kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu, nötr olup, pH değerleri 6.74 ile 7.01 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az olup % 0.09 ile % 0.29 arasındadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P1 kodlu profil kuzey-güney kesiti üzerinde deniz seviyesinden 251 m ile en yüksekte yer alan profil olup, tepe üstü düzlükler üzerinde yer alan arazilerde yayılım göstermektedir. Tüm profil kil bünyeli olup, kil % 40.0 ile % 61.9 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların doygun olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları, yüksek kil içeriği nedeniyle  $44.46$  ile  $52.55 \text{ cmol.kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup pH değerleri 7.14 ile 7.94 arasında değişmektedir. Kireç profilde az miktarda olup yüzeyde % 0.69 iken derinde bir miktar artarak % 6.37 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

## Toprakların Toprak Taksonomisine göre Sınıflandırılması

Çalışma alanı topraklarının toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmıştır. Toprakların oluşum süreci sonrası oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve bunlar Entisol, Inceptisol ve Vertisol, ordolarına yerleştirilmiştir (Soil Survey Staff, 1999).

Kesit üzerinde incelenen profillerde eğimi fazla, yamaç arazilere sahip topraklar üzerinde yer alan EF-P4 ve EF-P2 nolu profiller yüzey altı tanı horizonuna sahip olmamaları nedeniyle genç topraklar olarak nitelendirilmekte ve Entisol ordosunda sınıflandırılmaktadır. Bu profiller yeterince bitki örtüsüne kaplı olmayan ve yanlış işlemeli tarım uygulamaları sonucu eğimli arazilerin erozyona maruz kalmaları nedeniyle yeterince pedogenetik sürece sahip olamayan sığ derinliğe sahip topraklardır. Bu toprakların yüzeyde genellikle bir ochric epipedon ve yüzey altında 50 cm derinlik içerisinde bir lithic kontak dışında her hangi bir tanı horizonu bulunmamaktadır. Topraklar yamaç arazi üzerinde yer almaları nedeniyle orthent alt ordosuna nem rejiminden dolayı ustorthent ve Lithic Ustorthent alt ordosunda sınıflandırılmışlardır. Buna karşılık düz düze yakın eğime sahip topografik pozisyonlar üzerinde yer alan EF-P5, EF-P3, EF-P1 kodlu profiller, içerdikleri tanı horizonu (cambic) ile Entisollerden daha ileri bir toprak oluşumu göstermeleri nedeniyle Inceptisol ordosuna, toprak nem rejiminin ustic olması sonucu ustept alt ordosuna ve Haplustept büyük grup içerisine yerleştirilmişlerdir. EF-P5 ve EF-P1 nolu profiller yüzeyde vertic özellik göstermeleri nedeniyle Vertic Haplustept, EF-P3 ise büyük grubun özelliklerini taşıması nedeniyle Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. CD-P4 nolu profile ait topraklarda şişme özelliğindeki killerin miktarı çok fazla olması (profil boyunca % 50 ve daha fazla), kurak mevsimlerde yüzeyden derinlere uzanan çatlaklara sahip olmaları ve profil içerisinde yer yer kayma yüzeylerinin görülmesi nedeni ile Vertisol ordosuna yerleştirilmiştir. Ustic nem rejiminden dolayı ustert alt ordosunda, haplustert büyük grubuna profile büyük grubun tüm özellikleri taşınmaları nedeniyle Typic Haplustert alt grubuna yerleştirilmiştir.

## Toprakların Suya Dayanıklı Agregat Dağılımı

Bir toprağın agregat stabilitesi, toprağın erozyona mukavemeti ile doğrudan ilgi olması nedeniyle önemlidir. Aynı zamanda, agregasyonun bazı toprak özellikleri ile ilişkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Akan, 1969; Rost ve Rowles, 1940; Aksoy, 1973; Chester vd. 1957). Profillere ait yüzey topraklarında en düşük suya dayanıklı agregat (SDA) değeri, işlemeli tarımsal faaliyetlerin yapıldığı düz ve düze yakın taban arazi üzerinde yer alan CD-P4 ile kodlanmış Typic Haplustert topraklarda belirlenmiştir. Yine tarımsal faaliyetlerde kullanılan ve etek arazide yer alan Vertic Haplustept topraklarda ise Typic Haplustert topraklara göre SDA değerleri organik madde miktarı ve az da olsa kil miktarındaki fazlalık nedeniyle biraz daha yüksek olarak belirlenmesine karşılık, her iki toprakların yüzey katları diğer örtü katları altındaki SDA değerlerden düşük olarak belirlenmiştir. Bunun sebepleri toprakların sürekli olarak yoğun tarla trafiğine maruz kalmaları sonucu toprak agregatlarının deformeye uğramasının yanı sıra toprakların işlemeli tarımsal uygulamalar sonucu organik maddenin hızlı oksidasyona uğraması ile parçalanarak azalmasıdır. Bu durum tanelerin bir araya gelmesinde önemli bir unsurun kaybolmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, toprakların organik madde artışının sağlanması, bir taraftan toprağın fiziki, kimyasal ve biyolojik yapısını düzeltmekte, diğer taraftan da yağmur damlasının darbe ve akış hızını azaltması gibi önemli katkı sağlayabilmektedir. Organik madde toprak strüktürünün oluşması yardımcı eder. Özbek vd. (1993), organik maddelerin toprağın üst kısmında agregatların oluşumu üzerinde kuvvetli bir etkiye sahip olduğunu ve bu durumun organik materyalin etkisiyle meydana gelmiş agregatların toprağın diğer kısımlarına oranla daha yüksek karbon içeriğine sahip olması ile açıklanabileceğini ayrıca uzun süreli organik gübreleme ile büyük agregatların (> 0,5 mm) oranının artacağını bildirmiştir.

Tepe üstü düz araziler üzerinde yer alan EF-P1 kodlu Vertic Haplustept etek arazi üzerinde dağılım gösteren toprakla aynı taksonomik sınıflama içerisinde yer almalarına karşın SDA değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bunun en önemli sebebi bu toprakların yüzeyinin mera ile kaplı olmalarının yanı sıra agregatların sürekli deforme olmasına neden olacak herhangi bir etkenin

olmamasıdır. Topografik bakımdan özellikle de benzer eğimlere sahip olan EF-P2 ve EF-P4 nolu profillere benzer genetiksel horizon gelişim süreçlerine sahip olmalarına karşın gerek yüzey gerekse de yüzey altı SDA değerlerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Orman ve mera ile kaplı yamaç arazilerde yer alan genç toprakların yüzey topraklarında SDA değerleri ise birbirine yakın olup kesit içerisinde en yüksek değerler olarak belirlenmiştir. Tüm profillerde SDA değerlerinin derinlik artışı ile azaldığı görülmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, yarı nemli ılıman iklim koşullarında farklı topografik pozisyonda (tepe üstü düzlük, üst yamaç, alt yamaç, etek ve taban) ve arazi kullanımlarında (tarım, orman ve mera) açılan altı farklı profile ait arazi kullanımı, topografik pozisyonların toprak gelişimi ve agregat stabilitesi üzerindeki değişimleri incelenmiştir. Araştırma alanı aynı ana materyale sahip olmasına karşın, aynı alan içerisinde bu denli iki farklı toprak oluşmasının, diğer bir ifade ile geç ve olgun toprakların lokal bir alan içerisinde birlikte yer almalarının sebebi, topografya veya lokal rölyefin, ana materyalin ve zamanın toprak oluşum süreci üzerindeki önemli etkisi olmasıdır. Ayrıca bu duruma, toprakların üzerinde yer alan vejetasyonun sıklığı, çeşidi gibi faktörlerin de önemli etki yaptığı görülmüştür. Toprakların olgunlaşmasında veya genç kalmalarında özellikle yamaç arazilerde yer alan topraklarda su hareketi dolayısıyla toprak taşınımı ve birikiminin yerinde oluşum kadar etkili olduğu görülmektedir. Orman ve mera kaplı yamaç arazilerde yer alan topraklarda SDA değerleri en yüksek değere sahiptir.

## Teşekkür

Bu çalışma 213O073 kodlu TÜBİTAK TOVAG tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Akalan İ (1969). Kuzey- Batı Çukurova topraklarında organik madde miktarı ile suya dayanıklı agregatlar arasındaki ilişki. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül: 1-2, 170-227s.

Akkan E (1970). Bafra burnu-delice kavşağı arasında kızılırmak vadisinin jeomorfolojisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayını.

Aksoy N (1973). Mikroorganizmalarla aşılama ve fumigasyonun muhtelif rutubet seviyelerinde inkübasyona tabi tutulan bazı Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu topraklarının agregatlaşmalarına olan etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 93.

Bouyoucouc G J (1951). A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43(9), 434-443.

Gedik A, Korkmaz S (1984). Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. *Jeoloji Mühendisliği*, 19, 53-79.

Chester G, Attoe O J, Allen O N (1957). Soil aggregation in relation to soil constituents. *Soil Science Society America Proceedings*, 21: 272-277.

Jackson M L (1958). *Soil chemical analysis*. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Jenny H (1941). *Factors of soil formation*. Mc Graw-Hill, New York, pp.281.

Kemper W D, Rosenau R C (1986). Aggregate stability and size distribution, in Klute, A. (ed.): *Methods of Soil Analysis: Part I*. 2nd edn., ASA, Madison, WI, USA, pp. 425-442.

Oades J M (1984). Soil organic mater and structure stability, mechanisms and implication for measurement. *Plan and Soil*, 76: 319-337.

Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H (1993). *Toprak bilimi kitabı*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.

Öztürkmen A R, Savaş Y (2014). Harran ovasındaki bazı toprak serilerinin sulama sonrası agregat stabilitesinin değişimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 18 (2), 8-14.

Rhoades J D (1986). Cation exchange capacity. Chemical and microbiological properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II*, 2nd Ed. ASA and SSSA Agronomy Monograph, No 9, Madison, Wisconsin.

Rost C O, Rowles C A (1940). A study of factors affecting the stability of soil aggregates. *Soil Science Society America Proceedings*, 5: 421-433.

Soil Survey Staff (1992). *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Report, Washington D.C., USA: I. U.S. Gov. Print. Office.

Soil Survey Staff (1993). *Soil survey manual*, USDA Handbook, Washington D.C., No: 18.

Soil Survey Staff (1999). *Soil taxonomy. A basic of soil classification for making and interpreting soil survey*. USDA Handbook, Washington D.C., No: 436.

Soil Survey Staff (2004). *Soil survey laboratory methods manual soil survey investigations report*, USDA, No:42.

Tanju Ö (1996). *Toprak genesisi ve sınıflandırma*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1472, 437.

Thorntonwaite C W (1948). An approach toward a rational classification of climate, *Geographical Review*, vol. 38, pp. 55-94.

Yao X, Xu X, Yu D (1990). Formation of structure in red soils in the different forms of utilization (in Chinese with English abstract). *Acta Pedol. Sin.* 27: 25-33.

## Eskişehir İli Meralarının Azotlu ve Fosforlu Gübre Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Celalettin AYGÜN<sup>1</sup>, İsmail KARA<sup>1</sup>, A. Levent SEVER<sup>1</sup>, İlker ERDOĞDU<sup>1</sup>, A. Kadir ATALAY<sup>1</sup>, K. Aytaç ÖZAYDIN<sup>2</sup>, Hakan YILDIZ<sup>2</sup>, Öztekin URLA<sup>2</sup>, Metin AYDOĞDU<sup>2</sup>, Ediz ÜNAL<sup>2</sup>, Osman AYDOĞMUŞ<sup>2</sup>, Fatma DEDEOĞLU<sup>2</sup>, M. Güven TUĞAÇ<sup>2</sup>, Harun TORUNLAR<sup>2</sup>, Hicrettin CEBEL<sup>3</sup>, Oğuz BAŞKAN<sup>3</sup>, Mehmet KEÇECİ<sup>3</sup>, Mustafa BOZKURT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Çayır Mera Yem Bitkileri Bölümü, ESKİŞEHİR

<sup>2</sup>Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü, ANKARA

<sup>3</sup>Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, ANKARA

Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): Celalettin.aygun@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 17.03.2015

Kabul tarihi (Accepted): 09.03.2017

### Öz

Bu çalışmada Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen "Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi" kapsamında ülkemiz genelinde 48 ilde yürütülen çalışmanın Eskişehir ili meralarında 142 alandan 0-25 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda meraların azot(N) ve fosfor ( $P_2O_5$ ) gübre gereksinimleri tespit edilmiştir.

Eskişehir meralarının durum sınıfları sırasıyla; zayıf, orta, iyi; 52 (%36.6), 88 (%62), 2 (%1.4), sağlık sınıfı olarak sırasıyla; riskli, sağlıklı, sorunlu; 13 (%9.2), 123 (%86.6), 6 (%4.2), ve ıslah durumu sırasıyla; Öncelikle ıslah edilmeli, ıslahta fayda var, doğru yönetim; 64 (%45.1), 76 (%53.5), 2 (%1.4) olarak belirlenmiştir.

Buna göre verilmesi gereken saf fosfor ( $P_2O_5$ ); 19 merada yeterli, 3 merada 0.06-0.50 kg da<sup>-1</sup>, 9 alanda 1.0-1.90 kg da<sup>-1</sup>, 12 merada 2.0-2.78 kg da<sup>-1</sup>, 18 alanda 3.06-3.97 kg da<sup>-1</sup> arasında, 22 merada 4.11-4.99 kg da<sup>-1</sup>, 22 merada 5.08-5.99 kg da<sup>-1</sup>, 22 merada 6.16-6.95 kg da<sup>-1</sup> arasında, 8 merada 7.16-7.82 kg da<sup>-1</sup> arasında, 7 alanda ise 8.04-9.80 kg da<sup>-1</sup> ihtiyaç olduğu, azot olarak verilmesi gereken saf azot(N) ise; 9 merada 2.3-2.9 kg da<sup>-1</sup>, 24 merada 3.0-3.9 kg da<sup>-1</sup>, 33 merada 4.0-4.9 kg da<sup>-1</sup> arasında, 40 merada 5.0-5.9 kg da<sup>-1</sup> ve 37 merada 6.0-7.0 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** azot, fosfor, mera, toprak, verim

## Determination of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Requirements For Eskişehir Province Grasslands

### Abstract

The objective of this study is to determine soil physical and chemical characteristics of rangelands of Eskişehir province and to determine nitrogen (N) and phosphorus ( $P_2O_5$ ) fertilizer requirements of those rangelands. Soil sampling was carried out on 142 locations, from 0 to 25 cm depth, distributed over grasslands of Eskişehir. According to study results; Condition classes of Eskişehir grasslands is as follows; rangelands of 52 sampling point (%36.6) is in poor condition, 88 sampling points (%62.2) is medium, and 2 sampling points (%36.6) good, Health classes of those rangelands are risky, healthy, and problematic in 13 (%9.2), 123 (%86.6), and 6 (%6.2), sampling points respectively. Rehabilitation is necessary in grasslands of 64 sampling points (%45.1), the rehabilitation is helpful in 76 points(%53.5) and only soil management practices is necessary in 2 points (%1.4).

According to study results fertilizer need of the grasslands is as follow; no phosphorus application is necessary for 19 grasslands sites, For the other sites, phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) requirements are calculated as; 0.06-0.50 kg da<sup>-1</sup> for 3 sites, 1.0-1.90 kg da<sup>-1</sup> for 9 sites, 2.0-2.78 kg da<sup>-1</sup> for 12 sites, 3.06-3.97 kg da<sup>-1</sup> for 18 sites, 4.11-4.99 kg da<sup>-1</sup> for 22 grasslands sites, 5.08-5.99 kg da<sup>-1</sup> in 22 sites, 6.16-6.95 kg da<sup>-1</sup> in 22 sites, 7.16-7.82 kg da<sup>-1</sup> in 8 sites, 8.04-9.80 kg da<sup>-1</sup> in 7 sites. The amount of nitrogen deficit in sites are as follows; 2.3-2.9 kg da<sup>-1</sup> in 9 sites, 3.0-3.9 kg da<sup>-1</sup> in 24 sites, 4.0-4.9 kg da<sup>-1</sup> in 33 sites 5.0-5.9 kg da<sup>-1</sup> in 40 sites and 6.0-7.0 kg da<sup>-1</sup> in 37 sites.

**Keywords:** grassland, nitrogen, phosphorous, soil, yield

## Giriş

Yoğun, yüksek verimli tarım, özellikle endüstriyel olarak üretilen NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> olmak üzere gübrelerin kullanılmasına bağlıdır. Dünyanın bazı bölgelerinde, gübrelerin az miktarda uygulanmasıyla mahsul üretiminin sınırlı olduğu (Pinstrup vd.,1996). Sentetik gübrelerin kullanılmaması halinde, dünya gıda üretimi o oranda artmış olamazdı ve daha doğal ekosistemler tarıma dönüştürülmüş olurdu. 1960 ile 1995 yılları arasında küresel olarak azot gübresi kullanımı yedi kat ve fosfor kullanımı 3.5 kat artmıştır (Tilman vd., 2001; Cassman ve Pingali,1995). Benzer şekilde, fosforlu gübreler küresel olarak yıllık karasal fosfor mobilizasyonunun iki katına çıkmasına katkıda bulunmuştur (Carpenter vd.,1998).

Tarımsal faaliyetlerde amaç sürdürülebilir uygulamalarla yüksek ve kaliteli verim elde etmek olup, bu amaçla çevreye zarar vermeden az girdi ile üretim yapmanın yollarından birisi de yetiştirilen ürünün isteği doğrultusunda gübre uygulamasıdır. Sürekli kullanılmak suretiyle besin madde güçleri azalan toprakların gübreleme ile beslenerek verimli hale getirilmeleri teknik bir uygulamadır. İçerisinde bir veya birkaç besin maddesi bulunduran bileşiklerden en fazla azot, fosfor ve potasyum kimyevi gübre olarak kullanılmaktadır.

Ülkemiz mera alanları 13,162,577 ha çayır alanları, 1,449,343 ha toplam çayır mera alanı ise 14,611,920 ha olup, İç Anadolu bölgesi 4,337,493 ha ile en geniş mera alanına sahip ikinci bölgedir. Eskişehir ili mera alanları ise 325,851 ha'dır (Anonim, 2012; Mermer vd., 2012).

Eskişehir ili meralarının vejetasyon etüdü neticesinde çok iyi mera tespit edilememiş, 2 meranın iyi, 88 meranın orta ve 52 meranın zayıf mera durumuna sahip olduğu, mera sağlığı açısından ise 13 meranın riskli, 123 meranın

sağlıklı, 6 meranın sorunlu sınıfında yer aldığı, 2 meranın doğru yönetilmesi, 76 meranın ıslahında fayda bulunduğu ve 64 meranın ise öncelikli ıslah edilmesi gerektiği belirlenmiştir (Aygün vd., 2010a,b).

Eskişehir meralarında 275 farklı tür tespit edilmiş, 33 adedinin buğdaygil, 39 adedinin baklagil ve 202 adedinin diğer familyalara ait türler olduğu, kalite dereceleri açısından 21 adedinin azalıcı, 20 adedinin çoğalıcı ve 233 adedinin istilacı türlerden oluşmuştur (Aygün vd., 2011, 2013b).

Kaba yemler, hayvancılık için en ucuz yem kaynağı olup gübreleme ile arttırılabilirler. N topraktaki en yetersiz besleyici element olup, genellikle yem üretiminde en büyük etkiye sahiptir (Malhi vd., 2004). Fakat P bazı topraklarda sınırlı da olsa bulunmaktadır (Sedivec ve Manske,1990; Berg ve Sims, 1995).

Organik madde, toprakta besin maddelerinin depolanmasına, toprak işlenmesinin kolaylaşmasına, su ve havanın hareketine, suyun tutulmasına ve kullanılmasına, erodibilite, insektisitlerin etkinliğine ve dekompozisyonunu sağlar (Gregorich vd., 1994). Dolayısıyla, toprak kalitesi ve tarımsal üretimin sürdürülmesi için yeterli toprak organik madde seviyesinin korunması zorunludur.

Yemler, çok yönlü ve geniş kök sistemleri nedeniyle toprak organik maddelerini arttırmak için kullanılabilir, baklagiller ise rizobium bakterileri ile toprağa azot fiksasyonu sağlarlar (Guretzky vd., 2004). Yapılan çalışmalarda birkaç yıl gübre kullanımının toprak organik maddesini arttırdığını bildirmişlerdir (Malhi ve Nyborg (1999). Bazı sıvı gübre uygulamaları ile verimin arttığı, bunun yanında toprakta organik C oranının da arttığı bildirilmiştir (King, 2002).

Yemlerdeki Azot konsantrasyonu N alımı ve oranına bağlı olarak artar (Malhi vd., 1986; Ukrainetz ve Campbell, 1988). Gübrelerin yem kuru madde verimi (DMY) ve ekonomik getiri artışındaki etkinliği, topraktaki besin düzeylerine, nem koşullarına, kaynağa, gübre uygulama oranı ve yöntemine, toprak tipi ve bitki türlerine bağlıdır. Yem üretiminin miktarı ve kalitesi, hayvan performansı üzerinde doğrudan etkilere sahip olabilir. Mera ve çayırlarda gübre uygulamaları, gübrelenmeyen alanlara kıyasla hayvanlarda günlük verim artışı ve meranın taşıma kapasitesinde önemli artışlara neden olmuştur (Agriculture ve Agri-Food Canada, 1993).

Bu çalışmada amaç, gübreleme ile mera veriminin artırılmasına, meranın kendi kendine yeter hale getirilmesine ve otlatma sezonunun uzatılmasına yardımcı olmak üzere mera üzerinde faaliyet gösteren mera yönetimi uzmanlarına, mera yönetim birliklerine bilgi üreterek yardımcı olmaktır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışma noktaları GPS ile belirlenerek kaydedilmiş, 0–25 cm'den alınan 142 adet toprak örneği kurutularak, 2 mm'lik eleklerden geçirildikten sonra analizler için hazır hale getirilmiş ve Ankara Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında fiziksel ve kimyasal analizlere tabii tutulmuştur.

Örneklerin fiziksel analizleri bünye (Bouyoucos, 1951), hidrolik iletkenlik Klute ve Dirksen (1986), hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986), nem karakteristik değerleri tarla kapasitesi ve sürekli solma noktası değerleri (Anonim, 1954), toprak erodibilite (K) faktörünün saptanması Wischmeier ve Smith (1978) göre yapılmıştır.

Kimyasal analizlerden suyla doygunluk (%) Richards (1954), toprak reaksiyonu (pH) Richards (1954) toplam tuz (%) (Soil Survey Staff 1951), kireç (%) Çağlar (1949), organik madde (%) Ülgen ve Ateşalp (1972) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley- Black 'a göre, yarayıklı potasyum ( $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ ) Richards (1954), yarayıklı fosfor ( $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ ) Olsen (1954), yöntemleri ile saptanmıştır.

Örneklerin bünye sınıfları, pH değerleri, toplam tuz, kireç içerikleri, organik madde içerikleri sınır değerleri, fosfor ve potasyum miktarları Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre sınıflandırılmıştır.

Bu çalışmada amaç Eskişehir ili mera alanları için gübre tavsiyesinde bulunarak, gübrelemeden beklenen faydaları elde ederek bu doğal alanlardan azami verim elde etmek olmuştur.

### Sonuçlar ve Tartışma

Gübreler, tarımsal üretim sonucu topraktan eksilen bitki besin maddelerini tekrar toprağa kazandıran ve toprağın verim gücünü artıran maddeler olup, bunun yanı sıra gıda kalitesini de yükseltmenin en etkin araçlarından biridir. Diğer tarımsal girdilerle karşılaştırıldığında gübreler, tek basına %40'ın üzerinde verim artışı sağlamaktadır (Eraslan vd., 2009). Günümüzde uygulanan azotlu gübrenin sadece % 30-50'sinde (Smil, 1999a, 2000b) ve fosfor gübresinin % 45'i bitkiler tarafından tüketilmektedir.

Azot gübrelemesi ile doğal mera veriminde gözle görülür artışlar birkaç araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Rogler ve Russell, 1957; Wayne ve Elder, 1960; Badam, 1965; Cosper vd., 1967; Lardner, 1998). Doğal merada bitkilerin gübrelenmeye verdikleri respons uygulama alanının konumundan kaynaklandığı vurgulanmıştır (Frank vd., 1968).

Dünya hayvancılık üretim sistemleri karışık, topraksız ve pastoral sistemler olarak sınıflandırılabilir. Üretim sistemleri karışık ve topraksız sistemler, konsantreler ve kuru ot, yem bitkileri, mahsul artıkları ve diğer yem hammaddelerinden oluşan bir kaba yoğunlaşmaya dayanan yüksek girişli sistemlerdir. Pastoral sistemler neredeyse tamamen otlatma ve sentetik gübreler gibi düşük dış girdilere dayanan düşük girişli sistemlerdir (Bouwman vd., 2005).

Meraların gübrelenmesi ekilebilen alanların gübrelenmesinden daha komplekstir. Ancak ana ilkeleri ve prensipleri iyi oluşturulmuştur. Azot, bitkilerin gelişiminde çok büyük bir etkiye sahip olsa da, hedef kuru madde verimi, yeterli nem temini (yağış veya depolanmış toprak nemi), yeterli sıcaklık, diğer bitki besinlerinin dengeli beslenmesi, tatmin edici toprak pH ve tatmin edici ot kompozisyonu gibi diğer şartlara uyulması durumunda elde edilir (Anonim, 2011).

Başarılı gübre seçimi ve uygulama için, toprak endeksinin iyi bilinmesi, toprak içeriğinin, özellikle N, P, K ve S en uygun miktarlarının belirlenmesi gerekli olup; her yıl kullanılan alanın % 25-30'luk kısmında örneklemeler yapılması, toprak pH'sinin

bilinmesi gibi bilgiler biçme-otlatma tepkisi açısından önemli olup; daimi meralarda ideal pH 6 olması gibi meraların temel bilgilerinin ve toprak türünün bilinmesi, eğer mümkünse geçmiş verim kayıtlarının tutulması gibi altı faktör anahtardır.

Çayır-mera verimini etkileyen diğer ürün yönetimi uygulamalarında ise toprak pH'sının bilmek, toprak yapısını korumak ve toprağın sıkışmasını minimize etmek, toprak drenajını arttıran bakım çalışmalarını yapmak, besin değeri ve verimini maksimize etmek için meranın kaplılığı içinde istenen türlerin yüksek oranda bulunması, düzenli tohumlama ve / veya mera üzerinden yüksek kaliteli bitkileri korumak, üstten tohumlama suretiyle ekim ve kalitenin yanı sıra verimli çeşitleri seçmek, etkili bir otlatma yönetimi uygulaması ile meranın zarar görmesini önleyerek verimi arttıracaktır (Anonim, 2014).

Mera verimini ve kalitesini artırmak amacıyla gübrelerin idaresi için bir takım agronomik stratejiler olup, en iyi sonuç verecek olan oran, form ve uygulama yönteminin seçimi önemlidir. Bitkinin büyümesi için topraktaki mevcut N oranının ölçülmesi uygulanacak etkili gübre oranını belirlemede yararlı olacaktır (Collins ve Allinson, 2004).

Tarım topraklarının verimli olabilmesi ve verim güçlerinin korunabilmesi ancak çeşitli şekillerde kaybolan bitki besin maddelerinin, gübre uygulamaları sonucunda toprağa geri kazandırılması ile mümkündür. Gübrelerden en üst düzeyde fayda sağlanabilmesi için bitki istekleri, iklim, toprak yapısı, toprak pH'ı ve vejetasyon dönemi dikkate alınarak doğru bitkide, doğru yerde, doğru zamanda, doğru gübrenin kullanılması gerekmektedir (Eraslan vd., 2009).

Ülkemiz topraklarının organik madde miktarının az olduğu, Eskişehir il geneli topraklarının organik madde miktarının ise çok az %13.1, az %38.7, orta %32.8, iyi %10.8 ve % 4.6 yüksek olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Eskişehir mera toprakları organik madde miktarının ise sırasıyla; çok az, az, orta, iyi, yüksek; 17(%12; 0.40-0.99), 55 (%39; 1.18-1.96), 38(%27; 2.01-2.77), 12(%8; 3.01-3.54), 20(%14; 4.16-27.40) olduğu bildirilmiştir (Aygün vd, 2013a). Toprak organik maddesinin tarım yapılan geniş alanlar içerisinde istikrarının birçok faktör tarafından etkilendiği ve karmaşık etkileşimler halinde olduğu, organik maddenin iklim ve toprak yapısı arasındaki ilişkiler

de yağış ve kil içeriğine bağlı olarak arttığı ve sıcaklığa bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir (Burke, 1989).

Meralarda, toprakta rezerve azot miktarı belirgin olarak değişiklik göstermektedir. Önerilen azot değerleri, orta azotlu toprak azot tedarik durumuna karşılık gelir ve belirli bir alanda yüksek veya düşük toprak azot verilmesi için ayarlamalar yapılması gerekir. Yeni kurulan suni meralar haricinde, yoğun olarak idare edilen mera alanlarında yüksek toprak azotu statüsüne sahip olmasının, azot için daha düşük bir ihtiyaca neden olacağı aşikârdır. Bunun nedeni ise; otlatma sırasında organik gübrelerden veya hayvan dışkısı ile geri dönen azot sonucu toprak azotunun oluşması, uzun ömürlü bitki örtüsünün, sızma suretiyle azot kaybını sınırlamasıdır.

Kuru madde verimini arttırmak için meralara gübreleme yapılması, botanik bileşimde baklagil oranlarının azalmasına neden olur Aydın ve Uzun (2005). Doğal meralarda fosforun yüksek veya orta düzeyde olması, arzu edilen türlerde simbiyotik bir ilişki içinde olan mikorizal mantarlarını azaltacak veya ortadan kaldıracaktır.

Badam (1965)'e göre; fosfor ve potasyum uygulamalarının verime etkisinin olmadığı, 60 kg da<sup>-1</sup> saf uygulamasının iki yıl boyunca verilen her gübreye karşılık hektara 1.08-1.29 oranında bir verim artışı, 40-160 kg da<sup>-1</sup> verim elde edildiği, yine fosfor ve potasyum uygulamalarında bitki kompozisyonunun etkilenmediği, Azot uygulamasının geniş yapraklı bitkilerin miktarının azalttığı, ancak verimde artış sağladığı, buna ilaveten (Badam, 1965), kombine (N60P60K60) uygulamasının bitkilerdeki toplam protein miktarını % 280-430 oranında arttırdığını bildirmiştir.

Jigjidsuren (1975), çevre ve gübreleme rejiminin etkilerinden dolayı çok yıllık bitkilerin biyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler ve *Bromus inermis*, *Elymus sibirica* *Elymus dahurian* ile 1:2 oranında yonca ekilmenin mera için daha faydalı olduğunu ve diğer karışımlara kıyasla daha besleyici olduğunu, Ayrıca, mineral gübrenin, özellikle azotun yonca otu üzerine uygulanmasının mera, verimi 590-750 kg ha arttırdığı bildirilmiştir.

Nyamdorj(1980) yaptığı çalışmada uygulanan N, NK ve NP karışımlarının uygulamadan sonraki yıllarda verimi % 20-30 artırır iken yine uygulanan

tekli ve kombine gübrelerin verimi %50-60 arttırdığını bildirmiştir.

Gübrelerin yapısına bağlı olarak farklı uygulama yolları olup, katı gübrelerin yem bitkileri tarlalarına atılabileceği gibi bazı gübrelerde sıvılaştırılarak verilebilir. Yem bitkilerinde gübre besin maddelerini uygulama yolları vardır.

Formülasyona bağlı olarak granüler veya sıvı farklı yöntemler uygulanabilir: Tohum hazırlığı sırasına hem granüler hem de sıvı gübreler karıştırılabilir. Tesis öncesinde ya da ekim esnasında tohumdan yan bant ya da derin bant şeklinde toprağa karıştırılır. Bant şeklinde uygulamalar, N, P ve K gübrelerinin daha fazla kullanım verimliliğine neden olur (Tremblay ve Panchuk 2000).

Lkhagvasuren (2007)'e göre azot ve fosforun kullanımının yem miktarı, kalitesi ve toprak özelliklerine etkisi ile yüksek alanlarda ve meralarda gübrenin verime etkisini incelemiş olup, ilkbaharda azotun bant şeklinde verilmesi verimde önemli artışlar sağlamış olup, kuru madde verimi kontrol ile karşılaştırıldığında yaklaşık 1.5-2.5 kat daha fazla verim artışı sağladığı bildirilmiştir. Uygulamalar içerisinde 50 kg da<sup>-1</sup> uygulamanın etkili olduğu, en yüksek verim artışı sağladığı, daha yüksek azot uygulama oranlarının ise ek protein konsantrasyonu ile sonuçlandığı bildirilmiştir. Uygulama mevsiminin sonbaharında ölçülen N ve P gübre uygulamalarının bir bütün olarak toprak kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde sınırlı bir etkisi olmuştur. Daha önceki çalışmalarda göstermiştir ki azot verim sınırlayıcı faktördür (Sedivec ve Manske 1990; Berg ve Sims, 1995; Malhi, vd., 2004). Bu çalışmada yüzeye şerit bant vs enjekte edilmek suretiyle verilen fosfor gübresine karşılık herhangi bir cevap alınamamıştır.

Bitki dağılımını ve bolluğunu etkileyen en önemli faktörler sıcaklık, nem, besin elementi ve ışıktır. Bunlar yağış dağılımı, toprak ve yöney haritaları ile değerlendirilebilir. Bu katmanlar CBS ortamında birleştirilerek benzer çevre şartlarına sahip alanlar elde edilebilir (Neldner, 1995; Margules ve Redhead, 1995). Kuraklık indeksi, baki ve rakım sayısal değerlerinin birleştirilmesi ile homojen ekolojik alanlar oluşturulur. Eskişehir meralarının büyük çoğunluğu da toplam alanın % 59.4'ünü oluşturan 13 ve % 33.8'ini oluşturan 14'nolu homojen alanda yer almaktadır. Bu alanlar benzer bitki topluluklarını içerirler.

Eskişehir meraları için azot hesaplamasında; Yarayışlı Saf (N) Azot kg da<sup>-1</sup> (maks. 8 kg) olması düşünüldüğünde yarayışlı azot çarpanı (Sınıf Harita Kuraklık\_index P/PET çarpanı + Organik Madde çarpanı + Mera Durum çarpanı) ortalaması, sonuçta verilmesi gereken saf (N) yarayışlı azot kg da<sup>-1</sup> belirlenmiştir.

Buna göre çalışılan mera alanları için verilmesi gereken saf azot (N) ise; 9 mera için 2.3–2.9 kg da<sup>-1</sup>, 24 mera için 3.0–3.9 kg da<sup>-1</sup>, 33 mera için 4.0–4.9 kg da<sup>-1</sup> arasında, 40 mera için 5.0–5.9 kg da<sup>-1</sup> ve 37 mera için ise 6.0–7.0 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Durum azot (N) miktarı açısından, mera durum sınıfları dikkate alınarak hesaplandığında ise; iyi sınıf meralar için 4 kg Azot/da, orta sınıf meralar için 6 kg da<sup>-1</sup> azot ve zayıf sınıf meralar için ise 4 kg Azot/da verilmesi hesaplanmıştır.

Fosfor birçok bitkinin metabolik süreçlerinin arkasındaki enerji ve enzim aktivitesinde önemli bir role sahip olan bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olan besin maddesidir. İyi bir gübreleme ile otlama süresi uzar, yemin lezzetliliği, süt verimi ve kalitesi artar.

Fosfor hesaplamasında ise; Yarayışlı fosforun kg da<sup>-1</sup> (maks. 12 kg) olması düşünüldüğünde, yarayışlı fosfor çarpanı (Su ile Doymuşluk çarpanı + Kireç (CaCO<sub>3</sub>) çarpanı + Yarayışlı Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) çarpanı + Organik Madde çarpanı + Mera Durum çarpanı) ortalaması sonucunda verilmesi gereken saf (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) yarayışlı fosfor kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Buna göre; verilmesi gereken saf fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) olarak; 19 merada yeterli olduğu, 3 merada 0.06–0.50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, 9 merada 1.0–1.90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, 12 merada 2.0–2.78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, 18 merada 3.06–3.97 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> arasında, 22 merada 4.11–4.99 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, 22 merada 5.08–5.99 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, 22 merada 6.16–6.95 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> arasında, 8 merada 7.16–7.82 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> arasında, 7 alanda ise 8.04–9.80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ihtiyaç olduğu, meraların, durum sınıfı üzerinden değerlendirildiğinde ise; iyi sınıf meralar için 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, orta sınıf meralar için 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve zayıf sınıftaki meralar için ise; 3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> saf olarak verilmesi gerektiği hesaplanmıştır.

İyi meralarda gübreleme ile bir yandan verim artırılırken diğer yandan da merayı uzun dönemde kendi kendine yeterli hale getirilmiş olacaktır. Orta meralarda ise azalıcı türlerin oranı artırılmış, zayıf



**Çizelge 1.** Eskişehir İli Mera Durum Sınıflarına Göre Önerilen Gübre Dozları  
**Table 1.** Recommended fertilizer doses for grassland class in Eskişehir province

Verilmesi Gereken Saf Gübre Miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	Mera Durum Sınıfı		
	İyi Mera	Orta Mera	Zayıf Mera
Yarayışlı Azot (N) kg da <sup>-1</sup>	4	6	4
Yarayışlı Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg da <sup>-1</sup>	5	5	3

meralarda ise sadece azota bağlı olarak tek taraflı gübreleme ile uzun vadede iyileştirmeler için azot ve fosforun birlikte uygulanması tavsiye edilmiştir.

Altın vd., (2010) sonbaharda 4 kg da<sup>-1</sup> saf azot, ilkbaharda 4.2 kg da<sup>-1</sup> saf azot; ikinci yılda sonbaharda 3.6 kg da<sup>-1</sup> saf azot ve fosfor, ilkbaharda ise 5 kg da<sup>-1</sup> saf azot uygulamaları ot verimlerinde önemli oranda artış tespit edilmiş, gübrelemenin yörede en etkili ıslah yöntemlerinde biri olduğu vurgulanmıştır. Uslu (2005) ise azot ve fosforun farklı 5 er dozu ile çalışmasında uygun dozun azot dozunun 15 kg da<sup>-1</sup>, fosfor dozunun ise 4 kg da<sup>-1</sup> olduğunu, Yavuz ve Karagül (2014) 19.2 kg da<sup>-1</sup> AN ve 16.6 kg da<sup>-1</sup> DAP uygulamasında buğdaygillerin oranında 1.08-1.3 kat artış göstermiş, baklagillerin oranında ise 9.68 kat, yalnızca gübre uygulamasına göre ise 17.4 kat artış gösterdiği belirtilmiştir. Büyükburç vd., (1987) sonbaharda 5 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve ilkbaharda 7.5 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasında en yüksek kuru ot veriminin elde edildiği bildirilmiştir. Yavuz vd. (2008) 1998–99 yıllarında doğal meralarda yaptığı çalışmada 7.5 kg da<sup>-1</sup> N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulamasının yaş ot verimini 4.9 kat, kuru ot verimini 4.7 kat arttırdığı bildirilmiştir. Yine, Altın (1975) başlangıçta ortalama 70.5 kg da<sup>-1</sup> civarındaki mera kuru ot verimini 180 kg da<sup>-1</sup> a çıkartan uygulamanın dekara 5-10 kg N ve 4-8 kg arasında P olduğunu bildirilmiştir. (Manga vd., 1986) ise yüksek verim için 6 kg da<sup>-1</sup> N ve 3-6 kg da<sup>-1</sup> P tavsiye etmişlerdir. Gübrelerin verim üzerindeki bu müspet etkileri yanında çok zayıf meralarda gübrelemenin ekonomik olmayacağı bildirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda değişik azot dozlarının ve farklı uygulama zamanlarının verimde artışa sebep olduğu, gübrelemenin etkili bir ıslah yöntemi olduğu, yine gübrelemenin botanik kompozisyona etkisinin gübresiz alanlara oranla yaklaşık % 10 oranında farklılık oluşturduğu, bazı çalışmalarda ise yaş ot verimini yaklaşık 5 kat arttırdığı, ancak çok zayıf olan mera alanlarında da ekonomik olmadığı, gübre uygulamalarının bitki boyunu da yaklaşık iki kat arttırdığı vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, Çizelge 1.'de görüldüğü üzere durum azot (N) açısından incelendiğinde; iyi meralar için 4 kg da<sup>-1</sup>, orta meralar için 6 kg da<sup>-1</sup> ve zayıf meralar için 4 kg da<sup>-1</sup> önerilmekte olup, fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) olarak önerildiğinde ise; iyi ve orta meralar için 5 kg da<sup>-1</sup>, zayıf meralar için 3 kg da<sup>-1</sup> fosforun uygulanabilir olacağı kanaati oluşmuştur.

### Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi (Proje No106G017) kapsamında yapılmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

### Kaynaklar

- Agriculture & Agri-Food Canada.1993. Fertilizer management for forage crops in central Alberta. Technical Bulletin 1993-3E. Research Branch Agriculture Canada.
- Altın M (1975). Erzurum Şartlarında Azot, Fosfor ve Potasyumlu Gübrelerin Tabii Çayır ve Meranın Ot Verimine, Otun Ham Protein ve Ham Kül Oranına ve Bitki Kompozisyonuna Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Araştırma Serisi No:95, Erzurum, 141 s.
- Altın M, Tuna C, Gür M (2010). Tekirdağ Taban ve Kıraç Meralarının Verim ve Botanik Kompozisyonuna Gübrelemenin Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 7(2).
- Anonim (1951). U.S. Salinity Laboratory Staff. (Editor: L. A. Richards) Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60. U.S. Government Printing Office, Washington, 25 D.C. 166 p.
- Anonim (2011).<http://adlib.eversite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?id=2RRVTHNX T89E4NMD3N35AN- 2011>
- Anonim (2012). Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. <http://www.tuik.gov.tr/>
- Anonim (2014). [www.countrywidefarmers.co.uk/wisadvice.2014](http://www.countrywidefarmers.co.uk/wisadvice.2014) (Erişim Tarihi: 02/05/2014)
- Aydın I, Uzun F (2005). Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. Eur. J. Agron.23:8-14.
- Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK, Avağ A, Mermer A, Özyaydınlı KA, Yıldız H, Urla Ö, Aydoğdu M, Ünal E, Aydoğmus O, Dedeoğlu F, Tuğaç MG, Torunlar H, Cebel H, Baskan O, Keçeci M, Bozkurt M, Ocak A (2010a). 13 Nolu Homojen Alan İçerisinde Yer Alan Eskişehir İli Mera Topraklarında Bulunan Bitkilerinin Belirlenmesi. I.Ulusal Toprak Ve Su Kaynakları Kongresi. s 1010–1018, 2010. EKİŞEHİR.

Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK, Avağ A, Mermer A, Özyayın KA, Yıldız H, Urla Ö, Aydoğdu M, Ünal E, Aydoğmuş O, Dedeoğlu F, Tuğaç MG, Torunlar H, Cebel H, Başkan O, Keçeci M, Bozkurt M, Ocak A (2010b). 14 Nolu Homojen Alan İçerisinde Yer Alan Eskişehir İli Mera Topraklarında Bulunan Bitkilerinin Belirlenmesi. I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. s. 956–962. 2010. EKİŞEHİR.

Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK (2011). Kurak ve Yarı Kurak Mera Alanlarındaki İndikatör Bitkiler-Eskişehir Örneği. Kurak ve Yarı Kurak Alan Yönetimi Çalıştayı. 5–8 Aralık 2011. Ürgüp-Neveşehir.

Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK (2013b). Eskişehir Meralarının Biyolojik Çeşitliliğe Katkısı. III. Su ve Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu. 22-23 Mayıs 2013 Marmaris.

Aygün C, Kara İ, Sever AL, Erdoğan İ, Atalay AK, Avağ A, Mermer A, Özyayın AK, Yıldız H, Urla Ö, Aydoğdu M, Ünal E, Aydoğmuş O, Dedeoğlu F, Tuğaç MG, Torunlar H, Cebel H, Başkan O, Keçeci M, Depel G, Bozkurt M (2013a). Eskişehir İli Mera Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. 3. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. s.193–200. 22-24 Ekim 2013. Tokat

Badam M (1965). Surface improvement of the mountain-steppe pastures of Mongolia. Ph. D. Dissertation. Leningrad. Russia. National Library of Mongolia.

Bouwman AF, Van der Hoek KW, Eickhout B, Soenario I (2005). *Agric. Syst.* 84, 121-153

Berg WA, Sims PL (1995). Nitrogen fertilizer use efficiency in steer gain on old world bluestem. *J. Range Manage.* 48: 465-470.

Blake GR, Hartge KH (1986). Bulk Density. pp. 363-375 In A. Klute, ed., *Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods: Agronomy Monograph No:9.* 2nd ed. Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration Of The Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis Of Soils. *Agronomy Journal* 43: 435–438.

Burke IC, Yonker C M, Patron WJ, Cole CV, Flach K, Schimel DS (1989). Texture, Climate, And Cultivation Effects On Soil Organic Matter Context In U.S. Grassland Soils, *Soil Sci Soc. A M. J.* 53, 800-805

Büyükburç U, Şengül S, Tahtacıoğlu L (1987). Erzurum İli Doğal Meralarının Islahı Olanaklarının Araştırılması. DATAEM Yıllık Çalışma Raporu 1987. Erzurum.

Carpenter, SR, Caraco NF, Correll DL, Howarth FW, Sharpley AN, Smith VH (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Applic.* 8, 559–568 (1998).

Cassman, KG, Pingali PL (1995). Intensification of irrigated rice systems: learning from the past to meet future challenges. *GeoJournal* 35, 299–305 (1995).

Cosper HR, Thomas JR, Alsayegh AY (1967). Fertilization and its effect on range improvement in the Northern Great Plains. *J. Range Manage.* 20:216-222.

Çağlar KÖ (1949). *Toprak Bilgisi.* A.Ü.Z.F. Yayınları. No:10

Eraslan F, İnal A, Güneş A, Erdal İ, Coşkan A (2009). Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler. [www.zmo.org.tr](http://www.zmo.org.tr). Yayınları

Eyüpoğlu F (1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Ankara.

Gebhart DL, Johnson HB, Mayeux HS, Polley HW (1995). The CRP increases soil organic carbon. *J. Soil Water Conserv.* 49: 488-492.

Gregorich EG, Carter MR, Angers DA, Monreal CM, Ellert BH (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.* 74: 367–385.

Guretzky, J.A., K.J. Moore, A.D. Knapp, and C.E. Brummer. 2004. Emergence and survival of legume seeded into pasture varying in landscape position. *Crop Sci.* 44: 227-233.

Hatipoğlu R (2016). Türkiyede Çayır Mera ve Yem Bitkileri Üretiminin Durumu, Sorunları ve Çözüm Yolları Çalıştayı. w20-21 Ekim 2016 Basılmamış Sonuç Raporu. Yozgat

Jigjidsuren, S. (1975). Methods of improvement of the mountain-steppe pastures in central Mongolia. Ph. D. Dissertation. Leningrad. Russia. National Library of Mongolia.

King TN (2002). Liquid swine manure application to forage soils: Effect on Soil Carbon and Economic Returns M. Agr. Thesis. University of Saskatchewan. Department of Soil Science.

Klute A, Dirksen C (1986). Hydraulic Conductivity And Diffusivity, Laboratory Methods. P. 687–732. In A. Klute (Ed.) *Methods Of Soil Analysis. Part 1.* SSSA, Madison, WI.

Lardner HA 1998. Rejuvenation of Tame Forages. Ph. D. Thesis. Department of Animal and Poultry Science. University of Saskatchewan. Saskatoon.

Lkhagvasuren (2007). Plant and Soil Responses to Fertilization of Grasslands in Saskatchewan, Canada and Selenge, Mongolia. Head of the Department of Soil Science University of Saskatchewan 51 Campus Drive Saskatoon, Saskatchewan, Canada S7N 5A8

Malhi SS, McBeath DK, Baron VS (1986). Effect of nitrogen application on yield and quality of bromegrass hay in central Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 66: 609-616.

Malhi SS, Gill KS, McCartney DH, Malmgren R (2004). Fertilizer management of forage crops in the Canadian Great Plains. *Rec. Res. Develop. Crop Sci.* 1: 237-271.

Malhi, SS, Nyborg M, Harapiak JT (1998). Effects of long-term N fertilizer induced acidification and liming on micronutrients in soil and in bromegrass hay. *Soil Tillage Res.* 48: 91-101.

Manga İ, Altın M, Gökkuş A (1986). Erzurum Doğal Meralarında uzun Yıllar Gübrelemenin Verim, Vejetasyon ve Toprağın Bazı Özelliklerine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. *Doğa Dergisi.*

Margules CR, Redhead TD (1995). Guidelines for using the BioRap methodology and tools. In Series: BioRap, rapid assessment of biodiversity priority areas. CSIRO, Australia.

Mensah FK, Schoenau JJ, Malhi SS (2003). Soil Carbon changes in cultivated and excavated land converted to grass in east-central Saskatchewan. *Biogeochemistry* 63: 85-92.

Mermer A, Ünal E, Aydoğdu M, Urla Ö, Yıldız H, Torunlar H, Avağ A, Tuğaç MG, Özaydınlı KA, Dedeoğlu F, Aydoğmuş O (2012). Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (2): 107-110, 2012 ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X, www.nobel.gen.tr

Neldner VJ, Clarkson JR (1995). Vegetation Survey and Mapping of Cape York Peninsula. Cape York Peninsula Land Use Strategy, Office of the Co-ordinator General and Queensland Department of Environment and Heritage, Brisbane, Australia.

Nyamdorj J (1980). Ecological and biocenological effect of fertilization on hay field and pasture in northeast Hangai of Mongolia. Ph.D dissertation. Ulaanbaatar. National Library of Mongolia.

Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimation of available Phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dept. of Agri. Circ. 939. Washington.

Pinstrup-AP, Pandya LR (1996). Food for all in 2020—can the world be fed without damaging the environment. Environ. Conserv. 23, 226–234 (1996).

Richards LA (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handb. 60. 101-102 (USA).

Rogler GA Russell JL (1957). Nitrogen fertilization of northern Great Plains rangelands. J. Range Manage. 10: 145-160.

Sedivec KK, Manske LL (1990). Renovation of rangeland and grassland pastures. N.D.S.U. Ext. Serv. Publ. Fargo N.D. Vol. 14: 6.

Sedivec KK, Manske LL (1990). Renovation of rangeland and grassland pastures. N.D.S.U. Ext. Serv. Publ. Fargo N.D. Vol. 14: 6.

Smil V (1999). Nitrogen in crop production: an account of global flows. Global Biogeochem. Cycl. 13, 647–662 (1999)

Smil V (2000). Phosphorus in the environment: natural flows and human interferences. Annu. Rev. Energy Environ. 25, 53–88 (2000).

Smith SD, Huxman TE, Zitzer SF, Charlet TN, Housman DC, Coleman JS, Fenstermaker LK, Seemann JR, Nowak RS (2000). Elevated CO<sub>2</sub> increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem. Nature 408: 79–82.

Tilman, D, Joseph F, Brian W, Carla D'A, Andrew D, Robert H, David S, William H. S, Daniel S, Deborah S (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. Science 292, 281–284

Tremblay M, Panchuk K (2000). Fertilizing Forage, Agriculture, Food and Rural Revitalization publications.

Ukrainetz H, Campbell CA, Zentner RP, Monreal M (1988). Response of bromegrass to N, P and S fertilizer on a gray luvisolic soil in northwest Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 68: 687-703.

Uslu ÖS (2005). Kahramanmaraş İli Türkoğlu İlçesi Araplar Köyü Yeniyapan Merasında Botanik Kompozisyonun Tespiti Ve Farklı Gübre Uygulamalarının Meranın Verimi Ve Botanik Kompozisyonuna Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. s.162. Adana, 2005.

Ülgen N, Yurtsever N (1995). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No:66, 4. Baskı, Ankara.

Ülgen N, Atesalp M (1972). Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini. Köy İşleri Bakanlığı. Toprak su Genel Müdürlüğü. Toprak Ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi. Sayı 21. Ankara. 17 S.

Wayne HW, Elder WC (1960). Effect of fertilizers on native grass pastures in Oklahoma. J. Range Manage. 13: 34-36.

Wischmeier WH, Smith DD (1978). Predicting rainfall-erosion losses-A guide to conservation planning Agriculture Handbook No. 537, U. S. Dept. of Agric, Washington DC (1978), p. 58

Yavuz R, Karagül R (2014). Meranın Otlatma Kapasitesi Ve Botanik Kompozisyonuna Bazı Islah Yöntemlerinin Etkisi. Toprak Su Dergisi, 2014,3(1):6-11).

Yavuz T, Büyükburç U, Karadağ Y (2008). Gübreleme ve Dinlendirme ile Yapay Mera Tesisi Yöntemlerinin Doğal Meraların Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 1 (1): 37–42, 2008 ISSN: 1308–3945, www. Nobel.gen.tr.

# Doğu Akdeniz Bölgesindeki Krom Maden Alanı Topraklarında Azot Mineralizasyonu

Nacide KIZILDAĞ\*

Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, 01330, Adana

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : nkizildag@cu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 17.01.2017

Kabul tarihi (Accepted): 20.03.2017

## Öz

Kromun (Cr) endüstrideki yaygın kullanımına bağlı olarak çeşitli çevresel ortamlarda ciddi bir kirlenici haline geldiği ve toprak mikroorganizmalarına karşı son derece toksik etki gösterdiği bilinmektedir. Buna göre kroma uzun süre maruz kalmış ekosistemlerde toprak mikroorganizmalarının fonksiyonlarının bilinmesi çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda Aladağ' da (Adana) krom maden ocağına yakın ve ocaktan etkilenmemiş 3 farklı alandan (Bozluk, Kızılyüksek ve Yanıkçam) alınan cevherli ve cevhersiz toprakların azot mineralizasyonlarını kıyaslamak ve kromun mikroorganizmalara olası etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Toprakların azot mineralizasyonu ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) Parnas-Wagner metodu ile 42 gün boyunca (11., 26. ve 42. gün) 28°C ve sabit nemde belirlenmiştir. Yanıkçam lokasyonu haricinde cevherli toprakların toplam Cr içeriği cevhersiz topraklara göre daha yüksek bulunmuştur (309, 59 mg kg<sup>-1</sup>). Her üç lokasyonda da Cr ilave edilen ve edilmeyen cevhersiz toprakların azot mineralizasyon oranları, cevherli topraklardan daha yüksek bulunmuştur. En yüksek mineralleşme oranı Cr ilave edilmeyen cevhersiz Kızılyüksek toprağında (% 1.73), en düşük ise yine Cr ilavesi olmayan cevherli Yanıkçam (% 0.36) toprağında gözlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak, amonyak ve nitrat bakterilerinin kromdan etkilendiğini söylemek mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Krom, azot mineralizasyonu, maden ocağı, toksisite, Aladağ

## Nitrogen Mineralization in Soils of Chromium Mine Area in the East Mediterranean Region

### Abstract

It is known that chromium became a serious pollutant in various environmental due to its common use in industry and that it is highly toxic effect for soil microorganisms. For this reason, it is important to know the functioning of soil microorganism in ecosystems which are exposed to chromium for a long time. In this context, it was aimed to compare nitrogen mineralization of contaminated and uncontaminated soils which were in 3 different regions (Bozluk, Kızılyüksek and Yanıkçam) in Aladağ (Adana) near mine but not effected of it and to reveal possible effects of chromium on microorganism. Nitrogen mineralization of soils ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) was determined by the Parnas-Wagner method over 42 days (11<sup>th</sup>, 26<sup>th</sup>, and 42<sup>nd</sup> days) at 28°C and under constant moisture. The total Cr content of contaminated soils is higher than uncontaminated soils except for Yanıkçam region (309,59 mg kg<sup>-1</sup>). In each place, mineralization rates of chromium added contaminated or uncontaminated soils were measured higher than the soils which were contaminated. The maximum mineralization rate was observed in uncontaminated soils of Kızılyüksek (1.73%) which were not added Cr, the minimum rate was in the soils of contaminated soils of Yanıkçam which were also not added (0.36%). Based on the results obtained from the findings of this study, it is possible that ammonium and nitrate bacteria was affected by chromium.

**Key Words:** Chromium, nitrogen mineralization, Mining, toxicity, Aladağ

## GİRİŞ

Antropojenik faaliyetler sonucu toprakların ağır metallerce kirlenmesi tüm dünyada ciddi bir çevresel sorun haline gelmiştir. Madencilik, metalli cevherlerin, hurda metallerin eritilmesi ve işlenmesi, kentsel atıklar, hem biosit (pestisit), hem de gübre uygulamaları ağır metallere bağlı toprak kirliliğinin ana kaynağını oluşturmaktadır (Kebir ve Bouhadjera, 2011). Toprak mikrobiyal popülasyonu bu ağır metallere kaynaklanan büyük bir baskı altında olup (Chaudhary ve ark., 1996; Obbard, 2001) kirlenmelerin olumsuz etkilerini ilk olarak algılayan ve doğru yansıtan canlılardır. Bu popülasyonu oluşturan canlıların potansiyeli ve çeşitliliği çevredeki kirlilik derecesini değerlendirmede önemli bir gösterge olarak kullanılabilir (Sani ve ark., 2003; Utgikar ve ark., 2004; Ahmad ve ark., 2005). Ağır metallerin yüksek konsantrasyonları mikroorganizma popülasyonu ve aktivitelerini değiştirerek toprak verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Friedlova, 2010).

Krom (Cr) toprak kirliliğine sebep olan belli başlı ağır metaller arasında yer almaktadır (Lenart ve Wolny- Koladka, 2013). Toprak mikroorganizmalarına karşı son derece toksik etki gösteren bir metal olup endüstride yaygın kullanımına bağlı olarak, çevresel ortamlarda ciddi bir kirlenici haline gelmiştir. Krom doğada Cr (III) ve Cr (VI) formunda bulunmaktadır (Apte ve ark., 2006). Kromat endüstrisi, topraklar için krom kirliliği açısından tehlike oluşturmaktadır (Alcântara ve ark., 2007). Bu nedenle uzun süre kroma maruz kalmış topraklarda mikroorganizma fonksiyonlarındaki değişimin araştırılması önemli olmaktadır. Yapılan bir çalışma, toprağa artan dozlarda (0-100 mg/kg) uygulanan kromun, toprağın mikroorganizma ve enzim aktivitesini önemli ölçüde düşürdüğünü göstermiştir (Dotaniya ve ark., 2017).

Toprakta, ana kayada ve havada serbest ve bağlı azotun bulunış miktarları çok yüksek olabilmesine karşın kullanılabilirliği mikroorganizma faaliyetleri sonucu mümkün olabilmektedir (Tecimen ve Sevgi, 2008). Toprakta azot alınabilirliği toprak kalitesinin önemli bir göstergesidir (Ünver, 2007). Azot mineralizasyonu, toprak organik maddesindeki kompleks azotlu bileşiklerin ayrışma ve transformasyonları sonucu basit inorganik azot

formlarına dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır. Biyokimyasal olan bu süreç toprak organik maddesinin kalitesi, mikrobiyal biyomas, mikrobiyal etkinlik, toprak sıcaklığı ve nemi gibi faktörler ve diğer ortam koşulları tarafından kontrol edilmektedir (Ünver, 2007).

Bu çalışmanın amacı, Aladağ (Adana) krom maden ocağına yakın ve ocaktan etkilenmemiş alanlardan (Bozluk, Kızılyüksek ve Yanıkçam) alınan cevherli ve cevhersiz topraklarda potansiyel azot mineralizasyonunu kıyaslamak ve kromun mikroorganizmalara olası etkilerini ortaya koymaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Adana ili Aladağ ilçesinde bulunan krom maden işletmesi yakınlarındaki Bozluk, Kızılyüksek ve Yanıkçam mevkiileri örneklik alan olarak



**Şekil 1.** Örnek alım yerlerinin uydu görüntüsü (1: Cevherli, 2: Cevhersiz)

**Figure 1.** Satellite view of sample locations

seçilmiştir (Şekil 1).

Her üç lokasyonda kromla kontamine olmuş ve olmamış (cevherli ve cevhersiz) alanlardan 0-20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Örneklik alanların koordinatları Çizelge 1' de verilmiştir.

Topraklar laboratuvarında kurutulup 2 mm' lik eleklerle elenerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprakların bünye tipi hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951), toprak pH'sı 1:2.5'lik toprak-su karışımında InoLab pH metresi ile (Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetresi ile (Allison ve Moddie, 1965), tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atmosferik basınçlı vakum pompası ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Toprakların C içeriği (%C) Anne metodu (Duhaufour, 1970), toplam N içeriği (%N) Kjeldahl metodu ve toplam

**Çizelge 1.** Örneklilik alanların koordinatları (X ve Y:Koordinat, Z:Denizden Yükseklik)  
**Table 1.** Coordinates of the sampling areas (X and Y:Coordinate, Z:Altitude)

Lokasyon	X	Y	Z
Bozluk-Cevherli	4171621.48	713339.48	1161.04
Bozluk-Cevhersiz	4171912.92	713336.87	1172.73
Kızılyüksek-Cevherli	4165312.89	715015.89	1218.32
Kızılyüksek-Cevhersiz	4165057,09	714498.87	1264.14
Yanıkçam-Cevherli	4170015.91	719005.97	1545.39
Yanıkçam-Cevhersiz	4169808.46	719351.17	1563.12

Cr içerikleri ise ICP-OES ile yaş yakma yöntemine (Reisenauer, 1982) göre belirlenmiştir.

Azot mineralizasyonu için toprak örnekleri 750 ml'lik inkübasyon kavanozlarına konulup tarla kapasitelerinin %80'i oranında nemlendirilmiştir. Hava girişini sağlamak için kavanozların ağzı ince bir bez ile kapatılıp 28°C'de 42 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. 11., 26. ve 42. günler sonunda topraklar, 200 ml 1.0 N CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ile 1 saat karıştırılıp çalkalanmış ve süzöldükten sonra süzükte Parnas-Wagner metoduna göre Mineral Azot (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) içerikleri belirlenmiştir (Lemée, 1967; Gökçeoğlu, 1979). Krom madeni alanından alınan cevherli ve cevhersiz topraklar kontrol grubu olarak direk inkübasyona bırakılmıştır. Ayrıca kontrol grubu dışında, kromun etkisini kıyaslamak için ayrı bir grup olarak in vitro toprakların toplam Cr içeriğine eş değer oranda Cr içeren K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> karıştırılıp azot mineralizasyonları incelenmiştir. Dolayısıyla bu

grupta, toplam Cr içeriğine eş değer oranda Cr içeren K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ilavesinden sonra tüm toprakların Cr içeriği başlangıca göre 2 kat olmuştur.

Araştırma verilerinin istatistiksel analizi SPSS 21.0 paket programı ile yapılmıştır. Tüm örneklerin analiz sonuçları 3 tekrarlı olarak ortalama ± standart hata olarak belirlenmiş, bu sonuçların aralarındaki farklar Tukey HSD ile ortaya konmuş ve çizelge ve şekillerde sunulmuştur. Tüm istatistik analiz için önem düzeyi P ≤ 0.05 olarak alınmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. Her üç lokasyonun tüm toprakları kumlu killi tınlı (SCL) olup tarla kapasiteleri 21.15 ile 28.35 (%) arasında ve genel olarak cevhersiz topraklarda daha yüksek bulunmuştur. Tüm toprakların pH' ları ise hafif alkali olup aralarında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir (P>0.05), (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Bozluk, Kızılyüksek ve Yanıkçam topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
**Table 2.** Soils of Bozluk, Kızılyüksek and Yanıkçam some physical and chemical properties

Analizler	Bölgeler					
	Cevherli			Cevhersiz		
	Bozluk	Kızılyüksek	Yanıkçam	Bozluk	Kızılyüksek	Yanıkçam
Kum(%)	61,72 ± 0,91	71,36 ± 0,49	60,54 ± 0,33	56,57 ± 1,19	62,58 ± 0,95	65,50 ± 0,69
Silt(%)	18,24 ± 0,62	13,90 ± 0,26	15,09 ± 0,89	16,40 ± 0,67	13,24 ± 0,74	11,72 ± 1,00
Kil(%)	20,71 ± 0,31	15,84 ± 0,51	23,93 ± 0,88	22,29 ± 0,50	21,96 ± 1,23	20,90 ± 0,22
Tekstür tipi	Kumlu Killi Tınlı (SCL)					
TK(%)	24,40 ± 1,18	21,15 ± 0,92	27,60 ± 2,25	28,35 ± 2,10	25,80 ± 1,25	24,50 ± 0,88
PH	7,38 ± 0,01	7,45 ± 0,02	7,41 ± 0,02	7,38 ± 0,02	7,39 ± 0,03	7,40 ± 0,03
C(%)	2,10 ± 0,05	1,94 ± 0,10	2,63 ± 0,09	1,77 ± 0,05	1,95 ± 0,10	1,34 ± 0,04
N(%)	0,18 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,20 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,15 ± 0,01
C/N	11,89 ± 0,05	10,62 ± 0,70	12,92 ± 0,31	11,12 ± 0,28	10,83 ± 0,10	8,74 ± 0,41
Cr(ppm)	229,17 ± 0,02	296,10 ± 0,01	309,59 ± 0,01	205,51 ± 0,40	213,43 ± 0,16	258,07 ± 0,24

**Çizelge 3.** Bozluk, Kızılyüksek ve Yanıkçam topraklarının azot mineralizasyonları (42 gün)  
**Table 3.** Nitrogen mineralization the soils of Bozluk, Kızılyüksek and Yanıkçam (42 days)

		HN <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N			NO <sub>3</sub> -N			N min (%)
		11. gün	26. gün	42. gün	11.gün	26. gün	42. gün	
Bozluk	Cevhersiz	8,44 ± 0,23	7,18 ± 0,22	6,63 ± 0,32	11,01 ± 0,10	12,06 ± 0,14	19,06 ± 0,14	1,61 ± 0,02
	Cevherli	7,27 ± 0,12	6,73 ± 0,16	5,61 ± 0,38	10,12 ± 0,11	9,72 ± 0,10	12,99 ± 0,20	1,05 ± 0,03
İlavesiz Kızılyüksek	Cevhersiz	9,20 ± 0,19	8,78 ± 0,11	6,00 ± 0,15	14,76 ± 0,23	20,88 ± 0,12	25,76 ± 1,23	1,73 ± 0,07
	Cevherli	5,02 ± 0,05	4,62 ± 0,02	4,8 ± 0,06	8,25 ± 0,41	6,47 ± 0,25	4,50 ± 0,42	0,52 ± 0,03
Yanıkçam	Cevhersiz	7,14 ± 0,20	6,32 ± 0,22	5,33 ± 0,30	11,06 ± 0,21	10,82 ± 0,42	17,06 ± 0,82	1,46 ± 0,04
	Cevherli	6,25 ± 0,21	5,38 ± 0,13	5,92 ± 0,24	4,33 ± 0,16	3,83 ± 0,17	1,38 ± 0,26	0,36 ± 0,00
Bozluk	Cevhersiz	9,24 ± 0,15	8,32 ± 0,29	7,44 ± 0,31	11,84 ± 0,54	14,34 ± 0,41	18,26 ± 0,63	1,61 ± 0,04
	Cevherli	7,36 ± 0,18	9,13 ± 0,24	9,67 ± 0,26	6,35 ± 0,24	8,12 ± 0,32	11,44 ± 0,64	1,19 ± 0,05
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> İlaveli Kızılyüksek	Cevhersiz	6,98 ± 0,24	6,22 ± 0,41	5,98 ± 0,55	10,05 ± 0,41	8,78 ± 0,19	13,38 ± 0,59	1,05 ± 0,05
	Cevherli	8,95 ± 0,11	6,04 ± 0,32	12,01 ± 0,55	8,52 ± 0,34	7,12 ± 0,24	3,58 ± 0,60	0,87 ± 0,04
Yanıkçam	Cevhersiz	11,21 ± 0,25	10,08 ± 0,52	15,42 ± 0,65	6,48 ± 0,30	5,66 ± 0,18	6,58 ± 0,51	1,44 ± 0,04
	Cevherli	5,35 ± 0,20	8,14 ± 0,11	7,08 ± 0,12	8,71 ± 0,12	6,28 ± 0,24	3,69 ± 0,31	0,53 ± 0,02

Karbon içeriği en yüksek cevherli Yanıkçam (% 2.63), en düşük ise Yanıkçam cevhersiz topraklarında (% 1.34) gözlenmiş olup aralarındaki fark anlamlıdır (P<0.001). Tüm toprakların azot içerikleri ise 0.15-0.20 arasında olup cevherli topraklarda daha yüksek bulunmuştur. C/N oranları ise 8.74-12.92 arasındadır (Çizelge 2).

Toplam Cr içeriği en yüksek Yanıkçam cevherli topraklarında (309.59 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük ise Bozluk cevhersiz topraklarında (205.51 mg kg<sup>-1</sup>) saptanmış olup aralarında anlamlı fark bulunmuştur (P< 0.001) (Çizelge 2).

Her üç alanın krom ilave edilmeyen topraklarının ilk 11. günlük sonuçlarına göre en yüksek NH<sub>4</sub>-N (9.20 mg kg<sup>-1</sup>) ve NO<sub>3</sub>-N (14.76 mg kg<sup>-1</sup>) üretimi cevhersiz Kızılyüksek toprağında gözlenmiştir. 26. günde en yüksek amonifikasyon (8.78 mg kg<sup>-1</sup>), en yüksek nitrifikasyon cevhersiz Kızılyüksek (20.88 mg kg<sup>-1</sup>) topraklarında gerçekleşmiştir. Aktif vejetasyona denk gelen 42. gün sonuçları incelendiğinde en yüksek NH<sub>4</sub>-N üretimi cevhersiz Bozluk toprağında (6.63 mg kg<sup>-1</sup>), en yüksek NO<sub>3</sub>-N üretimi ise cevhersiz Kızılyüksek (25.76 mg kg<sup>-1</sup>) toprağında meydana gelmiştir (Çizelge 3).

In vitro olarak K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ilave edilen her üç lokasyon topraklarının 11., 26. ve 42. günleri arasında en yüksek NH<sub>4</sub>-N içeriği cevhersiz Yanıkçam (sırasıyla 11.21, 10.08 ve 15.42 mg kg<sup>-1</sup>) topraklarında olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (P<0.05). 11., 26. ve

42. günleri arasında en yüksek nitrifikasyon ise cevhersiz Bozluk (11.84, 14.34 ve 18.26 mg kg<sup>-1</sup>) topraklarında gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Toprakların azot mineralizasyon oranları kıyaslandığında, hem lokasyon hem de cevherli ve cevhersiz topraklardan kaynaklanan anlamlı farklar ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Her üç lokasyonda da Cr ilave edilen ve edilmeyen cevhersiz toprakların azot mineralizasyon oranları, cevherli topraklardan daha yüksek bulunmuştur. En yüksek mineralleşme oranı K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ilave edilmeyen cevhersiz Kızılyüksek toprağında (% 1.73), en düşük ise yine ilavesiz cevherli Yanıkçam (% 0.36) toprağında gözlenmiştir.

Toprak tipi, anamateryalin kökeni, organik maddenin kalitesi (C/N oranı, lignin içeriği) ve toprağın ağır metal içeriği gibi ortam koşulları biyokimyasal bir süreç olan azot mineralizasyonunu etkilemektedir (Ünver, 2007). Krom içeriklerine göre mineralizasyon oranları değerlendirildiğinde en yüksek krom (309.59 mg kg<sup>-1</sup> Cr da % 0.36) miktarına sahip toprağın azot mineralizasyonu ile en düşük oran (205.51 mg kg<sup>-1</sup> Cr da % 1.61) arasında 4.47 kat fazlalık bulunmaktadır. Krom miktarı azaldıkça azot mineralizasyon oranının arttığını söylemek mümkündür. Tüm topraklar arasında en düşük azot mineralizasyon oranı cevherli Yanıkçam toprağında saptanmış olup, bu durum toprağın yüksek Cr içeriği (309.59 mg kg<sup>-1</sup>) ile açıklanabilir. Bu lokasyondaki Cr konsantrasyonunun topraktaki amonyak ve nitrat

bakterilerinin faaliyetlerini inhibe edici bir etkiye neden olduğu anlaşılmaktadır. Krom ilavesinin cevhersiz topraklarda azot mineralizasyon oranlarını çok olumsuz etkilemediği, buna karşılık cevherli topraklarda arttırdığı gözlenmektedir. Aslında burada krom kaynağı olarak toprağa karıştırılan  $K_2Cr_2O_7$ ' nin içerdiği bol oksijenin  $NO_3$  oluşumunu arttırarak azot mineralizasyon oranlarının yüksek çıkmasına neden olduğu, hatta bu topraklara adapte olmuş mikroorganizmaların krom varlığına özel bir tolerans geliştirdiği de düşünülebilir. Buna benzer olarak Walpole ve ark. (2011)' da, Cd ilave edilmiş toprakların azot mineralizasyonunu kontrol toprağına göre daha düşük bulmuşlardır.

Bu çalışma sonucuna göre Kızılyüksek ve Yanıkçam topraklarındaki mikroorganizmaların kroma daha hassas olduklarını söylemek mümkündür. Dotaniya ve ark. (2017)' da yaptıkları çalışmada artan Cr dozlarının mikroorganizma ve enzim faaliyetini düşürdüğünü saptamıştır. Hem  $K_2Cr_2O_7$  ilaveli, hem de ilavesiz Bozluk topraklarında mineralizasyon oranları birbirine yakın bulunmuştur. Buna göre 205, 51 (Bozluk-Cevhersiz) ve 229, 17 (Bozluk-Cevherli) mg  $kg^{-1}$  lik Cr içeriklerinin bu bölge toprağı için çok olumsuz etki yapmadığı gözlenmiştir.

Mikroorganizma ve ağır metal ilişkisini etkileyen en önemli parametreler toprak pH'sı, kilin kalitesi ve miktarı, metal iyonları ve inorganik bileşiklerdir (Nwuche ve Ugoji, 2008). Toprak pH' ısı topraktaki metallerin çözünübilirliği, kullanılabilirliği ve toksisitesini büyük ölçüde etkilemektedir (Baath ve Arnebrant, 1994; Martyn ve Skwaryło-Bednarz 2005). Wang ve ark. (2007) asidik karakterli topraklarda çok düşük metal konsantrasyonlarının bile toprak mikroorganizmalarını olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Dünya topraklarının 5-3000 mg  $kg^{-1}$  arasında Cr içerdiği bilinmektedir (Allaway, 1968). Bu çalışma topraklarının Cr içerikleri düşük bulunmuş olup bu topraklarda yaşayan mikroorganizmaların özel bir mekanizma geliştirerek doğal dengeyi sağlayıp korudukları sonucuna varılabilir.

## SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre krom varlığının toprak özelliklerine bağlı olarak toprak dengesini olumsuz yönde etkilediği ve bu etkinin toprak mikroorganizmaları tarafından tolere edilebildiğini

söylemek mümkündür. Bu doğrultuda azot mineralizasyonunun topraktaki ağır metal kirliliğinde bir gösterge olabileceği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

Ahmad I, Hayat S, Ahmad A, Inam A, Samiullah I (2005). Effect of heavy metal on survival of certain groups of indigenous soil microbial population. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9: 115-121.

Alcântara M K, Neto V A, Camargo O A, Cantarella H (2007). Nitrogen mineralization in soils treated with tannery sludge. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40: 547-555

Allaway W H (1968). Agronomic control over the environmental cycling of trace elements. *Advances in Agronomy*, 20: 235-274.

Allison L E, Moodie C D (1965). Carbonate. In: C.A. Black et al (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy, Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.* 9: 1379-1400.

Apte A D, Tare V, Bose P (2006). Extent of oxidation of Cr(III) to Cr(VI) under various conditions pertaining to natural environment. *Journal of Hazardous Materials*, 164-174.

Baath E, Arnebrant K (1994). Growth-rate and response of bacterial communities to pH in limed and ash treated forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 995-1001.

Bouyoucos G S (1951). A recalibration of the hydrometer for mohing mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.

Chaudhary A M, MacGrath S P, Knight B P, Johnson D L, Jones K C (1996). Toxicity of organic compounds to the indigenous population of *R. leguminosorum* bv. *trifolii* in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 1483-1487.

Demiralay İ (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, sf: 78-89, Erzurum.

Dotaniya M L, Rajendiran S, Meena V D, Saha J K, Vassanda Coumar M, Kundu S, Patra A K (2017). Influence of chromium contamination on carbon mineralization and enzymatic activities in vertisol. *Agricultural Research*, 6: 91-96.

Duchaufour P (1970). *Precis de Pedologie*. Masson et C1e, Editeurs, p: 435-437, Paris.

Friedlova M (2010). The influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil and Water Research*, 5(1):21-27

Gökçeoğlu M (1979). Bazı bitki organlarındaki azot, fosfor ve potasyumun bir vejetasyon periyodundaki değişimi. *Doğa Tarım ve Ormanlık*, 3: 192-199.

Jackson M L (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, p: 1-498, New Jersey, U.S.A.

Kebir T, Bouhadjera K (2011). Effects of heavy metals pollution in soil and plant in the industrial area, West Algeria. *Journal of the Korean Chemical Society*, 55 (6): 1018-1023.

Lemee G (1967). Investigations sur la mineralisation de l'azote et son evolution annuelle dans des humus forestiers in situ. *Ecologie Plant*, 2: 285-324.

Lenart A, Wolny-Koładka K (2013). The effect of heavy



metal concentration and soil pH on the abundance of selected microbial groups within arcelorMittal poland steelworks in Cracow. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 90(1): 85-90.

Martyn W, Skwaryło-Bednarz B (2005). Biological properties of light soils in the area of Roztocze National Park. *Acta Agrophysica*, 5: 695-704.

Nwuche C O, Ugoji E O (2008). Effects of heavy metal pollution on the soil microbial activity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5: 409-414.

Obbard J P (2001). Ecotoxicological assessment of heavy metals in sewage sludge amended soils. *Applied Geochemistry*, 16: 1405-1411.

Reisenauer H M (1982). Chromium, in A. L. Page et al. (eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed., Agron. Monogr. Vol. 9, ASA and SSSA, Madison, WI, U.S.A., 337-346.

Sani R K, Peyton B M, Jadhya M (2003). Toxicity of lead in aqueous medium to *Desulfovibrio desulfuricans* G20. *Environmental Toxicology*, 22 (2): 252-260.

Tecimen H B, Sevgi O (2008). Orman topraklarında mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen azot dönüşümleri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, cilt.A: 179-189.

Utgikar V P, Chaudhary N, Koeniger A, Tabak H H, Haines J R, Govind R (2004). Toxicity of metals and metal mixtures: Analysis of concentration and time dependence for zinc and copper. *Water Research*, 38 (17): 3651- 3658.

Ünver M C (2007). Murat dağı (Uşak, Kütahya) alpin ve subalpin bölgesinin bazı bitki topluluklarında azot dönüşümleri üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Doktora Tezi, 116 s.

Walpola B C, Arunakumara K K I U, Yoon M H (2011). Evaluation of nitrogen mineralization in soil polluted by zinc and cadmium. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 44(4): 559-564.

Wang J, Lu Y, Shen G (2007). Combined effects of cadmium and butachlor on soil enzyme activities and microbial community structure. *Environmental Geology*, 51: 1221-1228.