



2018

Cilt/Volume : 6

Sayı/Number : 1

eISSN : 2146 - 8141

[www.toprak.org.tr](http://www.toprak.org.tr)

Türkiye Toprak Bilimi  
Derneği Yayınıdır

# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

( Journal of Soil Science and Plant Nutrition )





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



## SAHİBİ

Dr.Ayten NAMLI, Ankara Üniversitesi, Ankara

## EDİTÖRLER KURULU BAŞKANLARI

Dr.Coşkun GÜLSER  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Dr.Rıdvan KIZILKAYA  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

## BÖLÜM EDİTÖRLERİ

Dr.Fusun GÜLSER, Toprak Kirliliği ve Islahı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van  
Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Toprak Fiziki, Ankara Üniversitesi, Ankara  
Dr.İlhami BAYRAMİN, Toprak Etüd ve Haritalama, Ankara Üniversitesi, Ankara  
Dr.Kadir SALTALI, Toprak Kimyası, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş  
Dr.Mehmet ZENGİN, Gübreler ve Gübreleme, Selçuk Üniversitesi, Konya  
Dr.Nur OKUR, Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası, Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr.Orhan DENGİZ, Toprak Oluşumu ve Sınıflandırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun  
Dr.Sait GEZGİN, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Selçuk Üniversitesi, Konya  
Dr.Taşkın ÖZTAŞ, Arazi Yönetimi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Dr.Tayfun AŞKIN, Toprak ve Su Koruma, Ordu Üniversitesi, Ordu

## EDİTÖRLER KURULU

Dr.Alexandre F. D'ANDREA, Federal Institute of Education, Science & Technology of Paraíba, Brazil  
Dr.Amrakh I. MAMEDOV, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan  
Dr.Bülent OKUR, Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr.David PINSKY, Institute of Physico-chemical & Biological Problems in Soil Science, Russia  
Dr.Evgeny SHEIN, Lomonosov Moscow State University, Russia  
Dr.Guguli DUMBADZE, Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia  
Dr.Günay ERPUL, Ankara Üniversitesi, Ankara  
Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Ankara Üniversitesi, Ankara  
Dr.İbrahim ERDAL, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta  
Dr.İbrahim ORTAŞ, Çukurova Üniversitesi, Adana  
Dr.İmanverdi EKBERLİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun  
Dr.Mustafa BOLCA, Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr.Markéta MIHALIKOVA, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic  
Dr.Mustafa BAŞARAN, Erciyes Üniversitesi, Kayseri  
Dr.Mustafa Yıldırım CANBOLAT, Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Dr.Oğuz Can TURGAY, Ankara Üniversitesi, Ankara  
Dr.Ömer Lütfü ELMACI, Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr.Ryszard MAZUREK, University of Agriculture in Krakow, Poland  
Dr.Sezai DELİBACAK, Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr.Suat ŞENOL, Çukurova Üniversitesi, Adana  
Dr.Svetlana SUSHKOVA, Southern Federal University, Russia  
Dr.Tuğrul YAKUPOĞLU, Bozok Üniversitesi, Yozgat  
Dr.Valentina VOICU, National Research-Development, Institute for Soil Sci., Agro-Chemistry & Environment, Romania  
Dr.Yasemin KAVDİR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale

## DERGİ HAKKINDA

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneğinin hakemli açık erişimli resmi dergisi olup, toprak, bitki ve çevreyle ilişkili temel ve uygulamalı çalışmalara ait araştırma makalelerinin yanı sıra bu alandaki güncel derlemeleri de yayınlamaktadır. Derginin kapsamı; toprak fiziki ve mekaniği, toprak kimyası, toprak biyolojisi ve biyokimyası, toprak su ve koruma, toprak verimliliği, toprak oluşumu, sınıflandırma ve haritalama, toprak sağlığı ve kalitesi, toprak hidrolojisi, toprak yönetimi ve ıslahı, toprak mineralojisi ve mikromorfolojisi, toprak kirliliği ve ıslahı, toprak kaynaklı patojenler, bitki besleme ve gübreleme, jeostatistik, uzaktan algılama ve CBS gibi toprak bilimi alanındaki konuları içermektedir.

**TARANDIĞI İNDEKSLER** : Google Akademik, CABI, TR Dizin, EBSCOHOST



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



YIL: 2018

CİLT : 6

SAYI : 1

SAYFA : 1 - 66

## İÇİNDEKİLER

- Selenyum uygulamalarının tane mısırdaki verim parametreleri ile tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri** 1  
*Aişe Deliboran, Yılmaz Işık, Hasan Aslan, Abdullah Suat Nacar, Tuba Yasemin Tekgül, Hatice Kara, Mustafa Harmankaya, Sait Gezgin*
- Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde agronomik parametreler üzerine etkisi** 12  
*Hesna Özcan, Süleyman Taban*
- Çeltik tarımına uygun alanların belirlenmesinde çok kriterli arazi değerlendirme** 19  
*Orhan Dengiz, Mehmet Arif Özyazıcı*
- Çanakkale (Eceabat, Akbaş Şehitliği) orman yangınıyla bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin zamansal değişiminin belirlenmesi** 29  
*Mehmet Parlak*
- Burdur ili tahıl yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi** 39  
*Ahmet Doğan, İbrahim Erdal*
- Bazı toprak özellikleri ile kütle yoğunluğunun tahmini için pedotransfer modeller** 46  
*Nutullah Özdemir, İmanverdi Ekberli, Ö.Tebessüm Kop Durmuş*
- Su stresi koşulları altında fındık zuruf kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri** 52  
*Esra Kutlu Sezer, Damla Bender Özenç*
- Orta Karadeniz bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği** 61  
*Seval Sünal, Ülkü Dikmen, Sabit Erşahin, Tayfun Aşkın, Damla Bender Özenç, Ceyhan Tarakçıoğlu, Kürşat Korkmaz, Turgut Kutlu*



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Selenyum uygulamalarının tane mısırdaki verim parametreleri ile tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri

Aişe Deliboran<sup>1,\*</sup>, Yılmaz Işık<sup>2</sup>, Hasan Aslan<sup>2</sup>, Abdullah Suat Nacar<sup>2</sup>,  
Tuba Yasemin Tekgül<sup>2</sup>, Hatice Kara<sup>2</sup>, Mustafa Harmankaya<sup>3</sup>, Sait Gezin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Besleme ve Toprak Su Kaynakları Bölümü, İzmir

<sup>2</sup> GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Konya

### Özet

Bu çalışmada sodyum selenit ve sodyum selenat uygulamalarının mısır bitkisinde bitkisel özellikler ile tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Sekiz farklı selenyum seviyesi (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Selenit topraktan, selenat ise yapraktan uygulanmıştır. Selenyum uygulamaları istatistiksel olarak bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı, tane /koçan oranı, dekara verim ve tanenin yağ içeriği değerlerini etkilememiştir, 1000 dane ağırlığı ile tanenin protein içeriğini ise etkilemiştir. Topraktan uygulanan selenit tanenin selenyum içeriğini istatistiksel olarak etkilememiştir. Ancak yapraktan uygulanan selenat tanenin selenyum içeriğini istatistiksel olarak etkilemiştir. 15 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 115 µg Se kg<sup>-1</sup> tanede birikirken, 25 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 125 µg Se kg<sup>-1</sup>, 50 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 214 µg Se kg<sup>-1</sup>, 75 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 420 µg Se kg<sup>-1</sup>, 100 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 523 µg Se kg<sup>-1</sup> tanede birikmiştir. İnsan ve hayvan beslenmesi için gıdalardaki selenyum konsantrasyonunun 100-1000 µg kg<sup>-1</sup> olması gerektiği düşünüldüğünde araştırmada elde edilen bu sonucun insan ve hayvan beslenmesi açısından yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, selenyum, toprak uygulaması, yaprak uygulaması, verim

### The effect of selenium application on yield parameters, selenium, protein and oil contents of grain maize

#### Abstract

In this study, the effect of sodium selenite and sodium selenate application on the accumulation of Se, protein and oil in grain maize and herbal properties were investigated. Eight selenium levels (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha<sup>-1</sup>) were used. Selenite was applied from the soil and selenate was applied from foliar. Selenium application to soil didn't affect plant height, cob height, number of cobs, grain/cob ratio, yield and oil content of grain, it affected weight of 1000 piece and protein content of grain, statistically. Sodium selenite application from soil didn't affect the total Se content of grain, statistically. But foliar application of sodium selenate statistically affected the contents of total Se in the grain. Selenate application from foliar to the maize plant was effective for the selenium accumulation. Also it was found that 115 µg Se kg<sup>-1</sup> accumulated in the grain with 15 g Se ha<sup>-1</sup> application; 125 µg Se kg<sup>-1</sup> with 25 g Se ha<sup>-1</sup> application; 214 µg Se kg<sup>-1</sup> with 50 g Se ha<sup>-1</sup> application; 420 µg Se kg<sup>-1</sup> with 75 g ha<sup>-1</sup> application; 523 µg Se kg<sup>-1</sup> with 100 g Se ha<sup>-1</sup>. Concentration of selenium in the food for both human and animal is desired between 100 and 1000 µg kg<sup>-1</sup>, selenium levels seem to be appropriate for both human and animal feeding.

**Keywords:** Maize, selenium, soil application, foliar application, yield.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

İnsan sağlığında ve beslenmesinde önemli yere sahip bitkisel ve hayvansal besin kaynaklarının tüketimi nüfus artışı ile orantılı olarak artmaktadır. Çünkü canlıların en önemli ihtiyacı beslenmedir. İnsan beslenmesinde bitkisel ve hayvansal besin maddeleri önemli iken, hayvan beslenmesinde de bitkisel besin

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0530 886 49 47

E-posta : [aise.deliboran@tarim.gov.tr](mailto:aise.deliboran@tarim.gov.tr)

Geliş Tarihi : 2 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 12 Haziran 2018

e-ISSN : 2146-8141

maddeleri büyük önem taşımaktadır. Mısır, insan gıdası ve hayvan yemi olarak çok yönlü kullanıma sahiptir, dane ürünü olarak üretimi ve tüketimi artan bir potansiyele sahiptir. İnsan beslenmesinde buğday ve çeltikten sonra en fazla kullanılan bitkilerin başında gelirken, hayvan beslenmesinde tane olarak kullanımının yanı sıra özellikle silaj yapımında kullanılan en popüler bitkidir. Yapılan araştırmalar mısırın çok sayıda kullanım alanına sahip olduğunu, bitkinin her parçasının ayrı bir ekonomik değere sahip olduğunu göstermektedir. Özcan (2009)'a göre mısır üretiminin %60'ı hayvan yemi, %20'si insan gıdası (doğrudan tüketim), %10'u işlenmiş gıda ve %10'nu diğer tüketimleri ile tohumluk olarak kullanılmaktadır. Emeklier (2002)'ye göre insan beslenmesi açısından mısır danesi yüksek oranda karbonhidrat (nişasta), protein, farklı şeker türevleri, lif ve yağ içeriği yanında demir (Fe), magnezyum (Mg), potasyum (K), A, B1, B3, B9 ve C vitamini içeriğine sahiptir, yüksek protein ve A vitamini içeriğinden dolayı mısır daneleri hayvan beslemede vazgeçilmez hale gelmiştir ve yem rasyonlarına %15-65 oranında katılmaktadır.

Son yıllarda beslenmede yeni bir kavram olan nitelikli gıda kavramı yaygınlaşmakta ve önem kazanmaktadır. Bu bağlamda özellikle mikro elementler bakımından zengin besin maddeleri ön plana çıkmakta, bu yönde birçok araştırma yapılmaktadır. Selenyum (Se) dünyada üzerinde en çok araştırma yapılan, insan ve hayvan sağlığı açısından önemli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Hem insanlar hem de hayvanlar için zorunlu bir maddedir ve besin maddeleriyle birlikte yeterli miktarda alınması gerekmektedir (David ve ark., 1995; Surai, 2000; Deliboran, 2016). Araştırmalar, insanların Se beslenmesinde buğdayın en önemli gıda kaynağı olduğunu göstermektedir (Çakmak ve ark., 2009). Hayvanların başlıca Se alımları ise yemle birlikte gerçekleşmektedir, ancak yemle birlikte alınan kimyasal selenyum sindirimle dışarı atılmaktadır. Yeme bağlı organik Se ise vücut proteinlerinde depolanmaktadır (Shamberger, 1984).

Bitkisel kökenli gıdalarda Se'un en önemli kaynağı topraktır. Çok az oranda da olsa atmosferik yolla bitkiler Se alabilmektedir. Selenyumun topraktan alınabilmesi için mutlaka kimyasal olarak çözünür ve alınabilir bir formda olması gerekmektedir. Bitkiler selenyumunu daha çok oksitlenmiş selenat ( $Se^{+6}$ ) formunda almaktadır. Selenyum topraklarda çoğunlukla selenate ( $SeO_4^{2-}$ ), selenite ( $SeO_3^{2-}$ ) ve selenid ( $Se^{2-}$ ) formlarında bulunmaktadır (Mikkelsen ve ark., 1989; Marchner, 1995; Çakmak ve ark., 2009). Selenyum kuraklık, düşük sıcaklık gibi çevresel stres etmenlerine karşı dayanıklılıkta önemli bir role sahiptir. Toksik  $O_2$  türevlerinden biri olan hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) detoksifikasyonunu sağlayan glutatyon peroksidaz enzimi için gerekli olan selenyum, bu enzimin aktivitesinin yüksek düzeyde kalmasını sağlayarak bitkileri düşük sıcaklık, yüksek ışık intensitesi ve UV ışık stresinden korumaktadır (Xue ve Hartikainen, 2000; Seppanen ve ark., 2003; Çakmak ve ark., 2009). Emiliminden sonra amino asitlerin ve proteinlerin yapısına katılmasıyla bitkiler için önem arz etmektedir (Eriksson, 2001).

Selenyum uygulamaları bitkilerde, örneğin buğdayda (Çakmak ve ark., 2009) ve mısırdaki (Chilimbia ve ark., 2012) tane, silaj verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilememekte, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırmaktadır. Chilimbia ve ark. (2012) Se uygulamalarının tane ve silajlık mısırdaki verimi etkilemediğini, çeşitlere göre tane mısır veriminin 2764-7009  $kg\ ha^{-1}$ , silaj mısır veriminin de 4758-15792  $kg\ ha^{-1}$  arasında değiştiğini, Se uygulamaları ile tane ve silaj selenyum içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Wang ve ark. (2013) topraktan ve yapraklardan  $Na_2SeO_3$  formunda Se uygulamalarının mısır tane ve silaj verimini etkilemediğini, topraktan ve yapraklardan uygulamada sırasıyla 2009 yılında 5.41-9.13  $t\ ha^{-1}$  ve 6.15-9.91  $t\ ha^{-1}$ , 2010 yılında ise 7.93-12.25  $t\ ha^{-1}$  ve 9.58-17.05  $t\ ha^{-1}$  verim aldıklarını bildirmektedir. Hidroponik sulama suyuna Se eklenmesi ile mısır bitkisinde (Longchamp ve ark., 2013) ve marulda (Duma ve ark., 2011) verimin artmadığı, 60  $g\ Se\ ha^{-1}$  oranına kadar selenyum ile tohum muamelesinin üç çim çeşidinde de verimi etkilemediği (Cartes ve ark., 2005) görülmüş, buğdayda (Broadley ve ark., 2010), sarımsakta (Poldma ve ark., 2011) ve mısırdaki tane ve silaj (Chilimbia ve ark., 2012) veriminin artmadığı tespit edilmiştir. Ancak birkaç çalışma Se uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediğini göstermektedir. Saksıda yapılan bir çalışmada, Se uygulamaları ile kontrol grubuna göre patates bitkisinden yüksek yumru verimi aldıkları, bunda selenyumun yaşlanmayı geciktiren antioksidatif etkisiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Turakaina, 2007). Benzer şekilde hidroponik denemelerde Se uygulamaları Brassica tohum üretiminde %43 oranında artışa neden olmuştur ki bunun da yapraklarda ve çiçeklerdeki yüksek solunum aktivitesi ile ilgili olduğu ifade edilmiştir (Lyons ve ark., 2009). Hindibada yapılan bir denemede, Se uygulamaları genç hindibalarda solunum oranını arttırmıştır (Germ ve ark., 2007). Kuraklık stresi düzeyinin arttığı dönemde Se uygulamaları antioksidan aktivitesini, antioksidan düzeyini ve mısır tane verimi arttırmıştır (Sajedi ve ark., 2011). Sonuç olarak bitkilerde Se uygulamaları antioksidan aktivitesinin ve solunum potansiyelinin artması nedeniyle pozitif etkili olabilmektedir. Bitkilerde birçok faktör Se etkinliğini artırarak etkilemektedir. Bu faktörler toprak ve iklim koşullarının yanı sıra Se uygulama zamanı, oranı, metodu, Se formu ve bitki türü olarak sıralanabilir (Rengel ve ark., 1999).

Bu çalışma ile insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan tane mısırdaki sodyum selenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ve sodyum selenat ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) uygulamalarının (1) yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapallığı, koçan görünümü, rastıklı bitki sayısı, bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı, tane/koçan oranı gibi bitkisel özellikler ile (2) dekara verim ve 1000 dane ağırlığı ve (3) tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma lokasyonu

Araştırma, 2013 ve 2014 yıllarında GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Talatdemirören Araştırma İstasyonu'nda selenyum noksanlığı görülen arazilerde yürütülmüştür. Şanlıurfa Güneydoğu Anadolu iklim bölgesine dahil olmakla birlikte, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliği göstermektedir. Güneyden kuzeye ve batıdan doğuya gittikçe yağış miktarı artmaktadır.

### Araştırmada kullanılan mısır çeşidi ve selenyum kaynakları

Tane mısır çeşidi olarak DKC 5783 F<sub>1</sub> çeşidi, selenyum kaynağı olarak ise sodyum selenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ve sodyum selenat ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) kullanılmıştır. Katı halde bulunan sodyum selenit suda çözünme özelliğine sahiptir (20 °C ta 85 g/100 g su) ve moleküler ağırlığı 172.9 g olan bir bileşiktir. Selenatın moleküler ağırlığı 188.94 g'dır ve suda çözünme özelliğine sahiptir (20 °C ta 83 g/200 g su) (Sangbom ve ark., 2005).

### Deneme deseni

Denemeler, 2013 ve 2014 yıllarında II. ürün tane mısır denemesi olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür, 8 selenyum seviyesi (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Selenit tohum ekiminden önce toprağa sıvı halde, selenat ise bitkiler 50-70 cm boyuna geldiğinde yapraklardan uygulanmıştır. Ekim işlemi; sıra arası ve üzeri 70x16 cm olacak şekilde ilk yıl 24 Haziran 2013, ikinci yıl 17 Haziran 2014, hasatlar ise ilk yıl 12.11.2013, ikinci yıl 06.11.2014 tarihinde yapılmıştır. Her iki yıl deneme kurulacak arazide deneme öncesi alınan toprak örneğinin analiz sonuçları dikkate alınarak verilecek gübre miktarları belirlenmiştir (Tablo 1). Vejetasyon süresi boyunca verilecek gübre miktarları saf olarak 25 kg azot (N) da<sup>-1</sup> ve 10 kg fosfor (P) da<sup>-1</sup> tamamlanmıştır. Toprakta alınabilir potasyum (K) miktarı yeterli olduğundan potasyum uygulanmamıştır. Son toprak işleme uygulamasından önce fosforun tamamı ve azotun bir kısmı taban gübresi olarak toprağa karıştırılarak verilmiştir. Azotlu gübrenin geri kalan kısmı ise üst gübre olarak bitkiler 30-40 cm boylandığında banda verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma yerine ait deneme öncesi toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bazıları

Yıl	EC, ds m <sup>-1</sup>	pH	Kireç, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kgda <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O, kgda <sup>-1</sup>	N, %	S, ppm	Mg, ppm	B, ppm	Se, ppb	Kum, %	Silt, %	Kil, %
2013	0.98	7.9	31.2	7.6	138	0.06	18.5	1678	0.32	3.9	28.5	19.6	51.9
2014	1.06	7.5	29.2	4.2	151	0.07	16.6	840	1.27	3.5	27.5	19.3	53.2

Ekimden hemen sonra çıkış suyu verilmiştir. Diğer sulamalar, parsellere mümkün olduğunca eşit su verilecek şekilde karık usulü yapılmıştır. Yüzey akışını engellemek için parseller arasına set yapılmıştır. Uygun zamanlarda çapa ve bir defa boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Çıkıştan sonra gerektiğinde yabancı otlara karşı yabancı ot ilaçları kullanılmış, ayrıca sap kurdu ve koçan kurduna vb. zararlılara karşı ilaçlı mücadele yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda, deneme öncesi denemenin kurulacağı arazideki su kaynağından su örneği alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

Yıllar	EC µSm <sup>-1</sup>	Kasyonlar (me L <sup>-1</sup> )			Anyonlar (me L <sup>-1</sup> )						pH	SAR	B Sınıf	
		Na	K	Ca+Mg	Top. kation	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Top. Anyon				
2013	354	0.08	0.02	3.2	3.3	-	1.9	1.1	0.3	3.3	7.45	0.06	-	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
2014	356	0.8	0.02	3.3	3.4	-	2.8	1.2	0.4	3.3	7.49	0.06	-	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>

### Bitkisel Ölçümler

Yatma (adet), fizyolojik olum döneminden sonra bitkinin dik duruşuna göre 30°'lik açıdan fazla yatan parseldeki bitki sayısı sayılmıştır. Bitki görünümü (1-5), çeşide ait bitki formu homojen bir şekilde zayıf ya da kuvvetli görünüm oluşturulmasına göre; koçan ucu kapallığı (1-5), koçan ucunun koçan kavuzları tarafından örtülme durumuna göre; koçan görünümü (1-5), koçan yapısına bakılarak kuvvetli, düzgün ve homojen bir yapı oluşturan koçana göre 1-5 arasında değerlendirme yapılmıştır. Rastıklı bitki sayısı (adet

parsel<sup>-1</sup>), hasattan önce ortadaki 2 sırada bulunan rastıklı koçan sayısı tespit edilmiştir. Bitki boyu (cm), dölleme sonrası toprak seviyesinden tepe püskülünün en uçtaki noktasına kadar olan yükseklik ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Koçan yüksekliği (cm), toprak seviyesinden bitki üzerindeki en üst koçanın bağlı olduğu boğuma kadar olan dikey mesafe cm olarak ölçülmüştür. Koçan sayısı (adet parsel<sup>-1</sup>), hasattan önce ortadaki 2 sırada bulunan koçan sayısı tespit edilmiştir. Tane koçan oranı (%), her tekerrürden çeşidi temsil eden 10 adet koçan seçilerek bunlar tartılmış, sonra koçanlar tanelenerek tartılmış ve tane koçan oranı bulunmuştur. Parsel verimi (kg parsel<sup>-1</sup>), her parselde orta iki sırada hasat edilen toplam koçanların tartılması ile belirlenmiştir. Orta iki sırada bitki sayısı olması gerekenden %15 daha düşük olduğunda ise eksik parsel formülü dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. 1000 tane ağırlığı (g) ise parsel tane veriminin belirlendiği üründen rastgele dört defa 100 tane sayılıp tartılmış ve buda oranlanarak gram cinsinden hesap edilmiştir. Birim alan tane verimi (kg da<sup>-1</sup>), parsel verimleri (kg parsel<sup>-1</sup>) aşağıdaki formüle göre %15 tane nemi esas alınarak birim alan verimine çevrilmiştir (kg da<sup>-1</sup>).

%15 tane nemi göre parsel verimi=parsel verimi x  $\frac{(100-\text{hasat tane nemi})}{100}$  x tane/koçan oranı

85

### Kimyasal Analizler

Ham yağ (%), hekzan çözeltilisi ile ekstraksiyon yöntemi kullanılmış, okumalar tam otomatik soxhelet cihazında yapılmıştır. Ham protein oranı (%), tanelerde gerekli kurutma ve öğütme işlemleri yapıldıktan sonra Kjeldahl metodu ile %N miktarı tespit edilmiş, bulunan değer 6.25 ile çarpılarak protein oranı belirlenmiştir. Selenyum analizi için tane örnekleri hava sirkülasyonlu kurutma dolabında yaklaşık 40 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, bu örneklerden yaklaşık 0.3-0.4 g tartılarak üzerine 5 ml konsantre HNO<sub>3</sub> ve 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilmiş ve mikro dalga cihazında (Cem MARSX) yüksek ısı (210 °C) ve basınç altında (200 PSI) çözüldürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine 1 blank ve 1 sertifikalı referans materyal (1547 Peach Leaves, NIST) ilave edilmiştir. Çözüldürülen numunelerin hacimleri deiyonize su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Numunelerdeki Se konsantrasyonu, Elektro Termal Temperature Controller (ETC-60) ve Vapor Generator Aparatı (VGA 77) aparatlarının bağlandığı Atomic Absorpsiyon Spectrofotometre Cihazı (ASS) ile ölçülmüştür. Öncelikle numunelerdeki Se (+VI), hidroklorik asit ile muamele edilerek Se (+IV) formuna indirgenmiştir. Daha sonra Se (+IV) AAS cihazının numune giriş sistemi önüne monte edilen bir hidrür oluşturma modülün (VGA-77 Hydride Generator, Varian Inc.-Australia) hidrür oluşturma ünitesinde asidik ortamda sodyum tetraborat (NaBH<sub>4</sub>) redüktantı ile reaksiyona sokularak uçucu hidrojen selenüre (SeH<sub>2</sub>) indirgenmiş ve SeH<sub>2</sub>'nin ETC-60 cihazı ile yüksek ısıda (850-950°C) atomize edilerek absorpsiyon şiddeti ölçülmüştür. Analizlerde her 10 örnekte bir NIST (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg-ABD) standart referans materyali kullanılarak analiz değerlerinin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği kontrol altında tutulmuştur.

Toprak örneklerinde, tekstür hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1955); pH 1:2.5 toprak:su karışımında, elektriksel iletkenlik (EC-Electrical Conductivity) saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile, kireç (CaCO<sub>3</sub>) Scheibler kalsimetresi ile (Tüzüner, 1990); organik madde modifiye Walkley-Black (Black, 1965); toplam azot (N) modifiye Kjeldahl yöntemiyle, değişebilir K, kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) 1N Amonyum Asetat (pH=7) ekstraksiyonu ile (Kacar, 1995); alınabilir P, NaHCO<sub>3</sub> ekstraksiyonu ile (Olsen ve Sommers, 1982); alınabilir demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) diethylene tetramine penta acetic acid-triethanolamine (DTPA-TEA) ekstraksiyonu ile (Lindsay ve Norvell, 1978), alınabilir bor (B ) ise topraktan sıcak su ile ekstrakte edilen B miktarının azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak (Kacar, 1995), alınabilir Se ise KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen süzüğün (Çakmak ve ark., 2009) ETC-60 ve VGA-77 aparatlarının bağlandığı Atomik Absorpsiyon Spectrofotometre Cihazı (ASS) ile okunması sonucu belirlenmiştir.

### İstatistik Analizler

Denemelerden elde edilen veriler her yıl varyans analizi ile değerlendirilmiş, homojenlik testleri yapılmış, deneme konuları arasındaki farklılıklar ise LSD testleri ile kontrol edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Uygulamalarının yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapallığı, koçan görünümü ve rastıklı bitki sayısı üzerine etkileri

Kontrol grubuna göre kıyaslama yapıldığında, selenit ve selenat uygulamalarının yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapallığı, koçan görünümü ve rastıklı bitki sayısı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Selenyum uygulamalarının yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapalılığı, koçan görünümü ve rastıklı bitki sayısı üzerine etkileri

Selenyum kaynağı	Uygulama seviyeleri	Yatma (adet parsel <sup>-1</sup> )		Bitki görünümü (1-5 skalası)		Koçan ucu kapalılığı (1-5 skalası)		Koçan görünümü (1-5 skalası)		Rastıklı bitki sayısı (adet parsel <sup>-1</sup> )	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Sodium selenit	0 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	1	1	1	1	1	0
	5 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	2	2	2	1	1	0	0
	10 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	2	1	1	2	0	0
	15 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	2	1	2	1	1	0
	25 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	1	2	1	2	0	0
	50 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0
	75 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0
	100 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	2	2	2	1	0	0
Sodium selenat	0 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	1	1	2	2	1	0
	5 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	10 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	2	1	2	2	1	0
	15 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	2	1	1	1	0	0
	25 g ha <sup>-1</sup>	0	0	2	1	1	1	1	2	0	0
	50 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	1	2	1	2	1	0	0
	75 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0
	100 g ha <sup>-1</sup>	0	0	1	2	2	2	1	1	1	0

#### Uygulamalarının bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı ve tane koçan oranı üzerine etkileri

Selenit ve selenat uygulamalarında bitki boyu değerleri sırasıyla 2013 yılında 218-230 cm ve 213-223, 2014 yılında ise 244-249 cm ve 244-251 cm, koçan yükseklikleri ise sırasıyla 2013 yılında 89-94 cm ve 86-91 cm, 2014 yılında ise 101-107 cm ve 100-106 cm arasında değişmiştir (Tablo 4). Selenyum uygulamaları istatistiksel açıdan bitki boyu ve koçan yüksekliği değerlerini etkilememiştir. Selenyum uygulamaları bitkilerde, örneğin buğdayda (Çakmak ve ark., 2009) ve mısırdaki (Chilimbia ve ark., 2012) tane verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilememekte, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırmaktadır. Tüsüz (1995) bitki boyu ve koçan yüksekliği değerlerinin sırasıyla 150-260 cm ve 85-170 cm; Konak ve ark. (1998) 264.5-308.5 cm ve 103.5-127.0 cm; Kabakçı ve Tanrıverdi (1999) 197.3- 233.3 cm ve 89.6-117.9 cm; Tanrıverdi (1999) 179.6-202.1 cm ve 86.8-96.5 cm ve Coşkun ve ark. (2014) 245.5-297.7 cm ve 83.75-134.25 cm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Selenit ve selenat uygulamalarında koçan sayısı değerleri sırasıyla 2013 yılında 62-70 adet parsel<sup>-1</sup> ve 64-72 adet parsel<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 72-79 adet parsel<sup>-1</sup> ve 76-82 adet parsel<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Tablo 4). Selenyum uygulamaları istatistiksel açıdan koçan sayısı değerlerini etkilememiştir. Koçan sayısı değerleri parsellerin ortasındaki iki sıradan alınmış olup ekim mesafesine ve bitki sayısına göre hesap edildiğinde bitki başına koçan sayısı değerinin selenit uygulamalarında 1.16-1.27, selenat uygulamalarında ise 1.09-1.21 arasında değiştiği, bu değerlerinde Konak ve ark. (1998) ile uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Tane/koçan oranı değerleri selenit ve selenat uygulamalarında sırasıyla 2013 yılında %78.81-81.58 ve %80.01-91.97, 2014 yılında ise %84.54-91.96 ve %86.13-90.36 arasında değişmiştir (Tablo 4). Selenyum seviyeleri istatistiksel açıdan tane/koçan oranı değerlerini etkilememiştir. Tüsüz (1995) tane/koçan oranı değerlerinin %67-84; Konak ve ark. (1998) %77.78- 85.68; Coşkun ve ark. (2014) %78.75-87.75 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Selenit uygulamalarında dekara verim değerleri 2013 yılında 690-769 kg da<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 993-1153 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Selenat uygulamalarında ise 2013 yılında 570-713 kg da<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 1042-1202 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Tablo 4). Her iki uygulamada da selenyum istatistiksel açıdan verim değerlerini etkilememiştir. Araştırmadan elde edilen bu bulgu birçok araştırma ile uyum içerisinde (Çakmak ve ark., 2009; Chilimbia ve ark., 2012). Chilimbia ve ark. (2012) selenyum uygulamalarının tane ve silajlık mısırdaki verimi etkilemediğini, çeşitlere göre tane mısır veriminin 2764-7009 kg ha<sup>-1</sup>, silaj mısır veriminin de 4758-15792 kg ha<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, selenyum uygulamaları ile tane ve silaj selenyum içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Wang ve ark. (2013) topraktan ve yapraktan Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> formunda Se uygulamalarının mısır tane ve silaj verimini etkilemediğini, topraktan ve yapraktan uygulamada sırasıyla 2009 yılında 5.41-9.13 t ha<sup>-1</sup> ve 6.15-9.91 t ha<sup>-1</sup>, 2010 yılında ise 7.93-12.25 t ha<sup>-1</sup> ve 9.58-17.05 t ha<sup>-1</sup> verim aldıklarını bildirmektedir.



Tablo 4. Selenyum uygulamalarının bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı ve tane/koçan oranı üzerine etkileri

Selenyum kaynağı	Uygulama seviyeleri	Bitki boyu (cm)		Koçan yüksekliği (cm)		Koçan sayısı (adet parsel <sup>-1</sup> )		Tane/koçan oranı (%)		Dekara verim (kg da <sup>-1</sup> )		1000 dane ağırlığı (g)							
		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	ORT					
Sodium selenit	0 g ha <sup>-1</sup>	226	246	236	93	103	98	79	72	81.58	87.98	84.78	751	1153	952	335	328	332	
	5 g ha <sup>-1</sup>	220	248	234	92	107	100	76	73	80.84	91.96	86.40	759	1085	615	347	363	355	
	10 g ha <sup>-1</sup>	230	249	240	91	105	98	69	75	80.26	87.14	83.70	769	1055	912	329	344	337	
	15 g ha <sup>-1</sup>	225	244	235	91	101	96	72	70	78.81	89.97	84.39	720	993	857	328	328	328	
	25 g ha <sup>-1</sup>	228	244	236	91	103	97	68	74	80.15	90.12	85.14	750	1085	918	328	334	331	
	50 g ha <sup>-1</sup>	225	248	237	94	105	100	62	78	81.58	90.74	86.16	743	1092	918	333	341	337	
	75 g ha <sup>-1</sup>	227	247	237	91	106	99	66	78	80.95	84.54	82.75	690	1130	910	360	317	339	
	100 g ha <sup>-1</sup>	218	247	233	89	106	98	66	79	80.35	86.67	83.51	734	1140	937	330	330	330	
	Sodium selenat	0 g ha <sup>-1</sup>	218	244	231	87	106	96	64	78	80.80	87.55	84.18	595	1202	899	312	bc	334
	5 g ha <sup>-1</sup>	213	247	230	86	103	95	72	79	75	85.63	86.29	85.96	638	1150	894	337	a	341
10 g ha <sup>-1</sup>	220	244	232	88	100	94	65	71	68	83.37	90.36	86.87	613	1042	828	332	ab	338	
15 g ha <sup>-1</sup>	223	247	235	89	104	96	68	82	75	83.31	86.13	84.72	593	1125	859	321	ab	328	
25 g ha <sup>-1</sup>	222	245	234	91	104	98	65	76	71	80.01	88.91	84.46	570	1106	838	335	ab	327	
50 g ha <sup>-1</sup>	223	247	235	88	101	95	67	77	72	91.97	86.53	89.25	713	1078	896	296	c	351	
75 g ha <sup>-1</sup>	216	251	234	89	104	97	66	82	74	86.00	88.93	87.47	625	1063	844	321	ab	325	
100 g ha <sup>-1</sup>	217	247	232	86	105	96	64	82	73	83.59	88.70	86.15	640	1131	885	321	ab	331	

Hidroponik sulama suyuna Se eklenmesi ile mısır bitkisinde (Longchamp ve ark., 2013) ve marulda (Duma ve ark., 2011) verimin artmadığı, 60 g Se ha<sup>-1</sup> oranına kadar selenyum ile tohum muamelesinin üç çim çeşidinde de verimi etkilemediği (Cartes ve ark., 2005) görülmüş, buğdayda (Broadley ve ark., 2010), sarımsakta (Poldma ve ark., 2011) ve mısırdaki tane ve silaj (Chilimba ve ark., 2012) veriminin artmadığı tespit edilmiştir. Çetin (1996) Harran Ovasında tane veriminin 491-1015 kg da<sup>-1</sup>; Kabakçı ve Tanrıverdi (1999) 534-1406 kg da<sup>-1</sup>, Tanrıverdi (1999) 453-1093 kg da<sup>-1</sup>; Dok (2005) ise 683-967 kg da<sup>-1</sup>; Coşkun ve ark. (2014) 797-1429 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Selenit uygulamalarında istatistiksel açıdan 1000 tane ağırlığı değerlerini etkilememiştir. 1000 tane ağırlığı değerleri 2013 yılında 325-360 g, 2014 yılında ise 317-363 g arasında değişmiştir. Selenat uygulamalarında 1000 tane ağırlığı 2013 yılında 296-337 g, 2014 yılında 325-356 g arasında değişmiştir. 2013 yılında konular arasında istatistiki yönden fark oluşmuş, en yüksek değer 5 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından, 2014 yılında ise 0 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 4). Araştırmalara göre selenyum uygulamaları bitkilerde verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilememekte, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırmaktadır (Çakmak ve ark., 2009; Chilimbia ve ark., 2012). Ancak birkaç çalışma Se uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediğini göstermektedir (Rengel ve ark., 1999; Germ ve ark., 2007; Turakaina, 2007; Lyons ve ark., 2009; Sajedi ve ark., 2011). Bu çalışmalara göre bitkilerde Se uygulamaları antioksidan aktivitesinin ve solunum potansiyelinin artması nedeniyle pozitif etkili olabilmektedir. Bitkilerde bir çok faktör Se etkinliğini artırarak etkilemektedir. Bu faktörler toprak ve iklim koşullarının yanısıra Se uygulama zamanı, oranı, metodu, Se formu ve bitki türü olarak sıralanabilir. Çetin (1996) bin tane ağırlığının 229-307g; Konak ve ark. (1998) 360-471 g; Tanrıverdi (1999) 289-370 g arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

#### Uygulamalarının tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri

Topraktan yapılan sodyum selenit uygulamaları tanedeki selenyum değerlerini istatistiki olarak etkilememiştir. Farklı selenyum seviyelerinde tanedeki toplam selenyum değerleri 19-22 µg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup en yüksek değer 100 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 5).

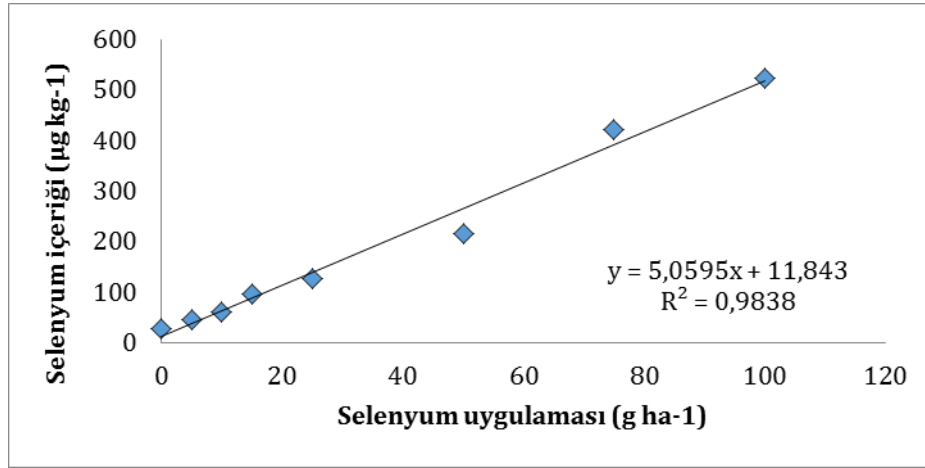
Tablo 5. Selenyum uygulamalarının tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri

Selenyum kaynağı	Uygulama seviyeleri	Tanenin protein İçeriği (%)			Tanenin yağ içeriği (%)			Tanenin selenyum içeriği (µg kg <sup>-1</sup> )		
		2013	2014	ORT	2013	2014	ORT	2013	2014	ORT
Sodyum selenit	0 g ha <sup>-1</sup>	6.58 bc	6.90	6.74	5.76	3.32	4.54	20	18	19a
	5 g ha <sup>-1</sup>	6.72bc	7.99	7.36	5.51	3.44	4.48	21	21	21a
	10 g ha <sup>-1</sup>	7.68a	7.20	7.44	6.08	3.60	4.84	21	21	21a
	15 g ha <sup>-1</sup>	7.07ab	7.52	7.30	5.61	3.45	4.53	22	22	22a
	25 g ha <sup>-1</sup>	5.98c	7.65	6.82	4.69	3.37	4.03	21	22	22a
	50 g ha <sup>-1</sup>	6.13c	7.83	6.98	5.08	3.43	4.26	22	22	22a
	75 g ha <sup>-1</sup>	6.36bc	7.12	6.74	5.14	3.41	4.28	22	21	22a
	100 g ha <sup>-1</sup>	6.36bc	7.02	6.69	5.10	3.42	4.26	22	22	22a
Sodyum selenat	0 g ha <sup>-1</sup>	6.14	7.77	6.96	5.23	3.95	4.59	30	23	27c
	5 g ha <sup>-1</sup>	6.64	7.93	7.29	5.28	4.13	4.71	44	47	46c
	10 g ha <sup>-1</sup>	7.07	8.13	7.60	5.26	4.01	4.64	57	53	55c
	15 g ha <sup>-1</sup>	6.29	8.12	7.21	4.78	3.71	4.25	57	173	115c
	25 g ha <sup>-1</sup>	5.93	8.19	7.06	4.43	3.88	4.16	86	165	125bc
	50 g ha <sup>-1</sup>	5.96	8.57	7.27	4.86	3.62	4.24	164	265	214b
	75 g ha <sup>-1</sup>	5.73	8.55	7.14	5.17	3.59	4.38	209	631	420a
	100 g ha <sup>-1</sup>	5.93	8.89	7.41	4.88	3.87	4.38	306	741	523a

Allloway (1968); Adams ve ark. (2002); Broadley ve ark. (2007)'a göre hem insan hem de hayvanların yeterli beslenmesi için tüketilen gıdalarda Se konsantrasyonunun 100-1000 µg kg<sup>-1</sup> arasında olması arzu edilmektedir. Miller ve ark. (1991) hayvan beslemede kullanılacak yemlerde en az 0.1-0.3 mg kg<sup>-1</sup> Se olması gerektiğini, 0.1-1 mg kg<sup>-1</sup> Se düzeyinin yeterli olduğunu, >5 mg kg<sup>-1</sup> toksik etki gösterdiğini belirtmektedir. Çalışmada tanedeki selenyum değerleri kontrol grubuna göre topraktan sodyum selenit uygulaması ile artmış, ancak selenyum birikimi insan ve hayvan beslenmesi açısından yeterli düzeyde olmamıştır, bunun da araştırmanın yapıldığı bölge topraklarının ağır bünyeli olması nedeniyle selenyumun toprakta tutunuyor olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Wang ve ark. (2013)'e göre kıyaslama yapılırsa araştırmamızda uygulanan seviyelerin tanenin Se içeriğini insan ve hayvan beslenmesi için uygun seviyede arttırmada düşük kaldığı düşünülmektedir. Wang ve ark. (2013)'e göre topraktan sodyum selenit

uygulamalarında 0 g Se ha<sup>-1</sup> ile 600 g Se ha<sup>-1</sup> seviyeleri arasındaki dozlarda yapılan uygulamalar sonucunda tanenin selenyum içeriğinin 3.7 µg kg<sup>-1</sup> dan 206 µg kg<sup>-1</sup> a kadar artmaktadır.

Yapraktan yapılan sodyum selenat uygulamaları tanedeki selenyum değerlerini istatistiki olarak etkilemiştir. Farklı selenyum seviyelerinde tanedeki toplam selenyum değerleri 27-523 µg Se kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş, en yüksek değer 100 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 5 ve Şekil 1). Selenat uygulamaları tanede selenyum birikimi açısından etkili olmuştur. 15 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 96 µg kg<sup>-1</sup> selenyumun tanede biriktiği, 25 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 125 µg kg<sup>-1</sup>, 50 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 214 µg kg<sup>-1</sup>, 75 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 420 µg Se kg<sup>-1</sup> ve 100 g Se ha<sup>-1</sup> uygulaması ile 523 µg kg<sup>-1</sup> selenyum birikiminin olduğu görülmektedir. Tanedeki selenyum düzeylerinin [Allloway \(1968\)](#); [Miller ve ark. \(1991\)](#); [Adams ve ark. \(2002\)](#) ve [Broadley ve ark. \(2007\)](#)'e göre hem insan hem de hayvan beslenmesi için uygun düzeyde olduğu görülmektedir. Ancak yetişkinler için 50-200 µg Se gün<sup>-1</sup> düzeyinde selenyum alımı güvenli ve yeterli kabul edilmekte, tolere edilebilir selenyum alım seviyesi ise 400 µg Se gün<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir ([Nas, 2000](#)). Bu nedenle hem insan hem de hayvanların selenyum beslenmesi bakımından mısır tanesinde selenyum birikimi açısından sodyum selenat uygulamalarından 15 g Se ha<sup>-1</sup>, 25 g Se ha<sup>-1</sup> ve 50 g Se ha<sup>-1</sup> seviyelerinin uygulanması önerilebilir. Selenit ve selenat uygulamalarında tanedeki selenyum değerlerinin artması açısından elde edilen sonuçlar araştırmacılar ile uyum içerisindedir ([Curtin ve ark., 2006](#); [Eurola ve ark., 2006](#); [Zang ve ark., 2011](#); [Chilimbia ve ark., 2012](#); [Chilimbia ve ark., 2012a](#); [Wang ve ark., 2013](#)).



Şekil 1. Sodyum selenat uygulamalarında mısır tanesinin selenyum içeriği

Sodyum selenit uygulamalarında yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiki olarak fark oluşmazken yılkonu interaksyonu önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tanenin protein içeriğinde en yüksek oran %7.68 ile 2013 yılında 10 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından, 2014 yılında ise %7.99 ile 5 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. Selenat uygulamalarında yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiki olarak fark oluşmazken tane mısırdaki protein oranı %6.96-7.60 arasında değişmiştir. En yüksek protein oranı 10 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 5). [White ve Johnson \(2003\)](#) mısır tanesinin %6-12 protein içerdiğini bildirmektedir.

Selenyum uygulamaları istatistiksel açıdan yağ oranı değerlerini etkilememiştir. Selenit ve selenat uygulamalarında sırasıyla değerler 2013 yılında %4.69-6.08 ve 4.43-5.28, 2014 yılında ise %3.32-3.60 ve 3.59-4.13 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı selenit uygulamalarında 10 g Se ha<sup>-1</sup>, selenat uygulamalarında ise 5 g Se ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 5). [Kün \(1985\)](#) mısır tanesindeki yağ oranının %4-7 arasında değiştiğini, [Anonim \(2001\)](#) ise mısır tanesinde genel olarak %4.0-4.5 oranında yağ bulunduğunu ifade etmektedir.

## Sonuç

Tane mısırdaki topraktan uygulanan sodyum selenit ile yapraktan uygulanan sodyum selenat uygulamalarının bitkisel özellikler üzerine etkileri irdelenecek olursa; kontrol grubuna göre kıyaslama yapıldığında uygulamalarının tane mısırdaki yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapallığı, koçan görünümü ve rastıklı bitki sayısı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Ayrıca selenyum uygulamaları istatistiksel açıdan bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı ve tane/koçan oranı, dekara verim ve tanenin yağ içeriği değerlerini etkilememiştir. 1000 dane ağırlığı ile tanenin protein içeriği değerleri incelendiğinde uygulama konuları arasında istatistiki olarak fark oluşmazken, 1000 dane ağırlığı için selenat uygulamalarında, protein içeriği için ise selenit uygulamalarında yılkonu interaksyonu önemli çıkmıştır. Yapılan araştırmalara göre

selenyum uygulamaları bitkilerde verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilememekte, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırmaktadır (Çakmak ve ark., 2009; Chilimbia ve ark., 2012). Ancak birkaç çalışma Se uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediğini göstermektedir (Germ ve ark., 2007; Turakaina, 2007; Lyons ve ark., 2009; Sajedi ve ark., 2011). Bu çalışmalarda bitkilerde Se uygulamalarının antioksidan aktivitesinin ve solunum potansiyelinin artması nedeniyle pozitif etkili olabileceği ileri sürülmektedir.

Topraktan yapılan sodyum selenit uygulaması ile tanedeki selenyum içeriğinin yeteri düzeyde artmadığı çalışma sonucunda elde edilen en önemli bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Allloway (1968); Adams ve ark. (2002); Broadley ve ark. (2007)'a göre hem insan hem de hayvanların yeterli beslenmesi için tüketilen gıdalarda Se konsantrasyonunun 100-1000  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında olması arzu edilmektedir. Miller ve ark. (1991) hayvan beslemede kullanılacak yemlerde en az 0.1-0.3  $\text{mg kg}^{-1}$  Se olması gerektiğini, 0.1-1  $\text{mg kg}^{-1}$  Se düzeyinin yeterli olduğunu, >5  $\text{mg kg}^{-1}$  toksik etki gösterdiğini belirtmektedir. Tanedeki selenyum değerlerinin araştırmacılar ile karşılaştırıldığında, tanedeki selenyum değerlerinin insan ve hayvan beslenmesi için gerekli değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Bunun da araştırmanın yapıldığı bölge topraklarının ağır bünyeli olması nedeniyle selenyumun toprakta tutunuyor olmasından kaynaklanabileceği ve ayrıca Wang ve ark. (2013)'e göre kıyaslama yapılırsa araştırmamızda uygulanan seviyelerin tanenin Se içeriğini arttırmada düşük kaldığı düşünülmektedir. Wang ve ark. (2013)'e göre topraktan sodyum selenit uygulamalarında 0  $\text{g ha}^{-1}$  ile 600  $\text{g Se ha}^{-1}$  seviyeleri arasındaki dozlarda yapılan uygulamalar sonucunda tanenin selenyum içeriğinin 3,7  $\mu\text{g kg}^{-1}$  dan 206  $\mu\text{g kg}^{-1}$ 'a kadar artmaktadır.

Yapraktan sodyum selenat uygulamasının ise tanenin Se içeriğini etkilediği, selenyum uygulamaları ile tanedeki Se içeriklerinin arttığı görülmektedir. Selenat uygulaması ile tanedeki selenyum içeriğinin gerek insan gerekse hayvanların selenyum beslenmesi açısından yeterli düzeyde (en yüksek değer: 100  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 523  $\mu\text{g Se kg}^{-1}$ ) artması çalışma sonucunda elde edilen en önemli bir diğer bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Selenat uygulamasının tanede selenyum birikimi açısından etkili olduğu, 15  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 96  $\mu\text{g kg}^{-1}$  selenyumun tanede biriktiği, 25  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 125  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , 50  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 214  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , 75  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 420  $\mu\text{g kg}^{-1}$  ve 100  $\text{g Se ha}^{-1}$  uygulaması ile 523  $\mu\text{g kg}^{-1}$  selenyum birikiminin olduğu, selenyum düzeylerinin hem insan hem de hayvan beslenmesi için uygun düzeyde olduğu görülmektedir. Ancak yetişkinler için 50-200  $\mu\text{g Se gün}^{-1}$  düzeyinde selenyum alımı güvenli ve yeterli kabul edilmekte, tolere edilebilir selenyum alım seviyesi ise 400  $\mu\text{g Se gün}^{-1}$  olarak belirtilmektedir (NAS, 2000). Bu nedenle hem insan hem de hayvanların selenyum beslenmesi açısından tane mısırdan tanede selenyum birikimi açısından sodyum selenat uygulamalarından 15  $\text{g Se ha}^{-1}$ , 25  $\text{g Se ha}^{-1}$  ve 50  $\text{g Se ha}^{-1}$  seviyelerinin uygulanması önerilebilir.

Topraktan uygulanan sodyum selenit ile yapraktan uygulanan sodyum selenat uygulamalarının tane mısırın bazı bitkisel özellikleri ile tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda; selenyum uygulamalarının bitkisel özellikleri ve dane verimini etkilemediği, uygulamaların özellikle tanenin selenyum içeriği açısından etkili olduğu ve bu konuda yapraktan sodyum selenat uygulamalarının daha etkin olduğu açıkça görülmektedir.

## Kaynaklar

- Adams ML, Lonbi E, Zhao F J, Mcgrath SP, 2002. Evidence of low selenium concentrations in UK bread-making wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82: 1160-1165.
- Anonim 2001. Ohio Agronomy Guide. Corn Production, Ohio State Univ., Extension Service, Bull., OH, USA., 472, 25 p.
- Black CA, 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wilconsin, USA, pp. 1372-1376.
- Bouyoucos GJ, 1951. Recalibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Argonomy Journal* 43: 433-437.
- Broadley MR, White PJ, Bryson RJ, Meacham MC, Bowen HC, Johnson SE, Hawkesford MJ, Mcgrath SP, Zhao FJ, Breward N, Harriman M, Tucker M, 2007. Biofortification of UK food crops with selenium. *Proc. Nutr. Soc.* 65: 169-181.
- Broadley MR, Alcock J, Alford J, Cartwright P, Foot I, Fairweather-Tait SJ, Hart DJ, Hurst R, Knott P, Mcgrath SP, Meacham MC, Norman K, Mowat H, Scott P, Stroud JL, Tovey M, Tucker M, White PJ, Young SD, Zhao FJ, 2010. Selenium biofortification of high-yielding winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by liquid on granular Se. *Plant and Soil* 332: 5-18.
- Cartes P, Gianfreda L, Mora ML, 2005. Uptake of Selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenite and selenite forms. *Plant and Soil* 276: 359-367.
- Chilimba ADC, Young SD, Black CR, Meacham MC, Lammel J, Broadley MR, 2012. Agronomic biofortification of maize with selenium (Se) in Malawi. *Field Crop Research* 125: 118-128.

- Curtin D, Hanson R, Lindley TN, Butler RC, 2006. Selenium concentration in wheat (*Triticum aestivum* L.) grain as influenced by method, rate and timing of sodium selenate application. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 34 (4): 329-339.
- Çakmak İ, Öztürk L, Başağa H, Çekiç C, Taner S, Irmak S, Geren H, Kılıç H, Aydın N, Avcı M, Gezgin S, 2009. Türkiye’de seçilmiş bölgelerde buğdayların ve toprakların selenyum konsantrasyonunun araştırılması, selenyum gübrelemesine buğdayın reaksiyonu ve selenyumca zengin genotiplerin fizyolojik olarak karakterizasyonu. Proje No: 105 0 637. Tübitak Sonuç Raporu.
- Çetin Ö, 1996. Harran Ovası koşullarında ikinci ürün mısır su gereksinimi. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araşt. Enst. Müd. Yayınları, Yayın No: 90, Rapor Serisi No: 63, s: 46.
- Coşkun Y, Coşkun A, Koşar İ, 2014. Bazı at dışı mısır çeşitlerinin Harran Ovası ikinci ürün koşullarına adaptasyonu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(4): 454-461.
- David JG, 1995. Diagnosing selenium toxicity, Colorado State University Cooperative Extension.
- Deliboran A, 2016. Selenyum, bitki, hayvan ve insan sağlığı. *Bilinçli Yaşam Dergisi*, Ocak 2016, Sayı: 12, ISSN 2149-147X.
- Dok M, 2005. Harran Ovasında ana ve ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde bazı mısır çeşitlerinin verim ve verim unsurları üzerine araştırmalar. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, s. 861-866.
- Duma M, Alsina I, Dubova L, Stroksa L, Smiltina Z, 2011. The Effect of sodium selenite and selenite on the quality of lettuce. In: Conference proceedings of the 6<sup>th</sup> Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt, Jelgava, Latvia.
- Eriksson J, 2001. Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertilizer, precipitation and in oil and crops. Report 5159, The Swedish Environmental Protection Agency.
- Eurola MH, Ekholm PI, Ylinen ME, Varo PT, Koivistoinen PE, 2006. Selenium in finnish foods after beginning the use of selenate-supplemented fertilisers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 56: 57-70.
- Emeklier Y, 2002. Altın tanesi mısırın kimyası ve endüstride kullanımı. Üretimden Tüketime Mısır Paneli Tebliği, 100-125. T.C. Sakarya Valiliği, 19 Aralık 2002, Sakarya.
- Germ M, Stibilj V, Osvald J, Kreft I, 2007. Effect of selenium foliar application on chicory (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 795-798.
- Kabakçı Y, Tanrıverdi M, 1999. Harran Ovası koşullarında yetiştirilebilecek ikinci ürün mısır çeşitlerinin belirlenmesi. Harran Tarımsal Araşt. Enst. Müd. 1997-1998 Yılı Faaliyet Raporları, Akçakale, Şanlıurfa.
- Kacar B, 1995. Plant and soil chemical analysis, III. Soil analysis. University Faculty of Agriculture, Educational Research and Development Foundation Publication No: 3, Ankara.
- Konak C, Turgut İ, Serter E, 1998. Büyük Menderes Vadisi II. ürün koşullarında yetiştirilen melez mısır çeşitlerinin verim ve bazı agronomik özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(1): 11-20.
- Kün E, 1985. Sıcak iklim tahılları. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 953, Ders Kitabı No: 275, Ankara, s. 317.
- Lindsay WL, Norwell WA, 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society America Journal* 42: 422-428.
- Longchamp M, Angeli N, Castrec-Rouelle M, 2013. Selenium uptake in zea mays supplied with selenate or selenite under hydroponic conditions. *Plant and Soil* 362 (1-2): 107-117.
- Lyons GH, Genc Y, Soole K, Stangoulis J, Liu F, Graham RD, 2009. Selenium increases seed production in Brassica. *Plant and Soil* 318: 73-80.
- Marschner H, 1995. Mineral nutrition higher plants, Second Edition, ed: Academic Press, London.
- Miller E, Lei RX, Ullrey D E, 1991. Trace elements in animal nutrition. In: Micronutrients in Agriculture, 2 Ed, (J, Mortvedt, F, R, Cox, L, M, Shuman and R, M, Welch, Eds.). SSSA Book Series No: 4, Madison, WI, USA, pp: 593-662.
- Mikkelsen RL, Page AL, Bingham FT, 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops. In: Selenium Agriculture and the Environment, ed: L,W, Jacobs, Spec, Publ., 23. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI, p: 65.
- NAS, 2000. Institute of medicine, food and nutrition board. “Dietary reference intakes, vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids”, National Academy Press, Washington D.C. ISBN-10: 0-309-06949-1, ISBN-10: 0-309-06935-1.
- Olsen SR, Sommers EL, 1982. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Edit: A, 1. page, R, H, Miller, D, R, Keeney, pp: 404-430.
- Özcan S, 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (Transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2(2): 01-34.
- Poldma P, Tönutare T, Viitak A, Luik A, Moor U, 2011. Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 5498-5503.
- Rengel Z, Batten GD, Crowley DE, 1999. Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crops Research* 60: 27-40.
- Sajedi N, Ardakani M, Madani H, Naderi A, Miransari M, 2011. The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea Mays* L.) under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 17: 215-222.
- Sangbom ML, Laurence IH, Michael R, Ross MW, Leon VK, Li L, 2005. Molecular and biochemical characterization of the selenocysteine Se-methyltransferase gene and Se-methylselenocysteine synthesis in broccoli. *Plant Physiology* 138 (1): 409-420.

- Seppanen M, Turakainen M, Hartikainen H, 2003. Selenium effects on oxidative stress in potato. *Plant Science* 165 (2): 311-319.
- Shamberger RJ, 1984. Selenium. In: Friend, E, Editor, *Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements*, Plenum Press, 201-237, NewYork.
- Surai PF, 2000. Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. *Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium*, pp: 205-242.
- Tanrıverdi M, 1999. Harran Ovası şartlarında farklı ekim zamanlarının ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve fizyolojik özelliklere etkisi. Yüksek Lisans Tezi, K.S.Ü. Fen Bil. Enst. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Turakainen M, 2007. Selenium and its effects on growth, yield and tuber quality in potato. Doctoral Thesis, University of Helsinki, Finland.
- Tüzüner A, 1990. Soil and water analysis handbook. Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs General Directorate of Rural Services, Ankara, p. 16.
- Tüsüz MA, 1995. Akdeniz Bölgesinde ikinci ürüne uygun hibrit beyaz mısır ıslahı. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(1): 44-51.
- Wang J, Wang Z, Mao H, Zhao H, Huang D, 2013. Increasing Se concentration in maize grain with soil-or foliar-applied selenate on the Loess Plateau in China. *Field Crops Research* 150: 83-90.
- White PJ, Johnson LA, 2003. Corn chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Xue TL, Hartikainen H, 2000. Association of antioxidative enzymes with the synergistic effect of selenium and uv irradiation in enhancing plant growth. *Agricultural and Food Science* 9: 177-186.
- Zang L, Li Q, Yang X, Xia Z, 2011. Effects of sodium selenite and germination on the sprouting of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and its content of selenium, formononetin and biochanin in the sprouts. *Biological Trace Elements Research* 146: 376-380.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde agronomik parametreler üzerine etkisi

Hesna Özcan <sup>1</sup>, Süleyman Taban <sup>2,\*</sup>

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

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

### Özet

Çalışmada, çinko uygulamalarının bazı çeltik genotiplerinde biyolojik verim, salkım verimi, sap verimi, salkım sayısı, salkım boyu, salkımda tane sayısı, bin dane ağırlığı ve hasat indeksi üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çorum-Osmancık'ta çeltik yetiştirilen alanlarda 6 çeltik genotipi kullanılarak (Osmancık-97, KA-080, KA-081, Lotto, Akçeltik, GA-7721) tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülen tarla denemesinde toprağa çinko 0, 0,5 ve 1 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O'dan uygulanmıştır. Deneme sonunda çeltik genotiplerinden KA-081, Lotto, Akçeltik ve GA-7721 uygulanan çinkoya olumlu tepki göstermiş ve bu çeşitlerde biyolojik verim artmıştır. Diğer yandan, Osmancık-97 ve KA-080 genotipleri ise uygulanan çinkodan olumsuz etkilenmiş ve KA-080 genotipinde sap verimi, Osmancık-97 genotipinde ise salkım verimi azalmıştır. Buna karşın, çinko uygulamasıyla tüm genotiplerde salkım sayısı, salkım boyu, salkımda tane sayısı miktarları artmıştır. Bin tane ağırlığı Osmancık-97, KA-081 ve Akçeltik, genotiplerinde azalmış, KA-080, Lotto ve GA-7721 genotiplerinde artmış, hasat indeksi ise KA-080 hariç diğer genotiplerde azalmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çeltik, çinko uygulaması, agronomik parametreler

### The effect of zinc application on agronomic parameters of some rice genotypes

#### Abstract

This work was to investigate the effect of Zn application on biologic yield, panicle production, the number of panicle, panicle length, the grain number in the panicle, thousand-kernel weight and harvest index. A field experiment was conducted in a random block design with 3 replications in Osmancık, Çorum by using 6 rice genotypes (Osmancık 97, KA-080, KA-081, Lotto, Akçeltik, GA -721). Zinc was applied to the soil at the rates of 0, 5 and 10 kg Zn ha<sup>-1</sup> as ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O form. At the end of the experiment, the rice genotypes of KA-081, Lotto, Akçeltik, GA-7721 were positively affected by zinc application and their biological yield increased. On the other hand, Osmancık-97 and KA-080 genotypes were negatively affected by the zinc application. Panicle production of genotype KA-080 increased, whereas in the genotype Osmancık-97 panicle production decreased. According to the zinc application, the number of panicle, panicle length, and grain number in the panicle increased in all the genotypes. Thousand kernel weights decreased in Osmancık-97, KA-081 and Akçeltik genotypes, whereas it increased in KA-080, Lotto, GA-7721 genotypes. Harvest index decreased in all the genotypes except KA -080 genotype.

**Keywords:** Rice, Zn application, agronomic parameters.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Türkiye, hem de dünya tarım toprakları için önemli bir sorundur. Gerçekten de dünya geneline bakıldığında başta Hindistan, Pakistan, Çin, İran ve Türkiye olmak üzere pek çok ülkede hem topraklarda hem de bu ülkelerde yaşayan insanlarda çinko noksanlığı yaygın şekilde görülmektedir. Çinko noksanlığı hem Dünya tarım topraklarının yaklaşık % 30'unda (Sillanpaa, 1982), ülkemiz topraklarının % 50'sinde (Eyüboğlu ve ark., 1995) ve Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen alanların % 30'unda (Taban ve ark., 1997) çinko noksanlığı olduğu bildirilmiştir.

Bitkilerde çinko, karbohidrat, protein ve triptofan sentezinde, gen ekspresyonunda ve düzenlenmesinde, suyun etkin bir şekilde kullanılmasında görev almaktadır. Bitkisel üretimdeki önemi ve kullanımı giderek

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0312 5961390

E-posta : [Suleyman.Taban@agri.ankara.edu.tr](mailto:Suleyman.Taban@agri.ankara.edu.tr)

Geliş Tarihi : 30 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 14 Haziran 2018

e-ISSN : 2146-8141

artan çinkonun noksanlığı halinde bitkilerde, ribonükleik asit (RNA) düzeyleri ile hücrenin ribozom içeriğinde belirgin bir azalma olmakta ve RNA sentezindeki bu azalma ise protein oluşumunu engellemekte, glikoz ile serbest amino asit ve DNA düzeylerinin artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, çinko noksanlığında, bitkinin IAA (indol-3-asetik asit); ABA (absisik asit) ve triptofan kapsamaları azalmaktadır.

Dünya nüfusunun üçte ikisinin mineral elementlerden bir ya da birkaçını yeterli düzeyde alamaması nedeniyle önemli sağlık sorunu ile karşılaştığı saptanmıştır. Günümüzde insanların en fazla ve en yaygın şekilde çinko noksanlığından etkilendiği belirlenmiştir. Özellikle tahıl ağırlıklı beslenmelerde çinko eksikliği önemli bir sorundur. Yedikleri besinlerden yeterince çinko alamayan 5 yaş altı çocuklarda ölüm oranı dünya genelinde % 4,4 olarak tespit edilmiştir. Çinko noksanlığının insanlarda kısırlık, yaraların geç iyileşmesi, zekâ geriliği vb. birçok olumsuz etkisi vardır.

Çinko, insan vücudunda çok önemli fonksiyonları bulunan, tüm hücrelerin büyümesi ve çoğalabilmesi için gerekli olan bir elementtir. Ayrıca doku zedelenmesi ve hücre ölümünün nedeni olan serbest radikallerin ortamdaki uzaklaştırılmasında rol oynayan enzim ve proteinlerin yapısında yer alır. Yani antioksidandır. Vücutta özellikle bağışıklık sistemi, kemik iliği-kan hücreleri gibi hızla yenilenen hücreler ile sindirim sistemi çinko eksikliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir.

Türkiye’de çeltik üretim potansiyeli yüksek olmasına karşın bazı nedenlerden dolayı üretim, tüketimi karşılayamamakta ve pirinç ithal edilerek tüketim karşılanabilmektedir. Tahılların toplam ekim alanının yalnızca % 0,42 kadarında çeltik tarımı yapılmaktadır (Anonymous, 2000).

Çeltik tarımı yapılan topraklarda azot ve fosfor noksanlığından sonra ürünü sınırlayan besin elementlerinin başında çinko gelmektedir. Çeltik bitkisi tane ile 20 g Zn ton<sup>-1</sup> (De Datta, 1989) ve sapıyla da 20 g Zn ton<sup>-1</sup> olmak üzere toplam 40 g Zn ton<sup>-1</sup> çinkoyu topraktan kaldırmaktadır.

Ülkemiz topraklarının yaklaşık yarısının yarayışlı Zn yönünden fakir olması, bitkilerde Zn noksanlığına neden olmakta ve buna bağlı olarak da bitkisel üretimdeki düşüş yanında temelde tahıla dayalı beslenmenin hakim olduğu bölgelerimizde (Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri) bazı sağlık sorunlarını da ortaya çıkarmaktadır (Baysal, 1998). Çinko eksikliği için riskli gruplar; okul öncesi çağıdaki çocuklar, ergenlik dönemindeki gençler, hamile kadınlar ve yaşlılardır. Farklı gelişme dönemlerinde insanların ihtiyaç duydukları günlük çinko miktarları da farklı olmaktadır (Çizelge 3). Ayrıca, toprak yiyen çocuklarda hem demir hem de çinko eksikliği söz konusudur. Bu çocuklara demir tedavisi uygulandığında kansızlığın giderilmesine rağmen gelişme geriliği ancak çinko verilince düzelmektedir.

Bu çalışmada, altı farklı çeltik genotipinde topraktan artan dozlarda uygulanan çinkonun çeltik bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çorum-Osmancık’ta çeltik yetiştirilen alanlardan alınan toprakta 6 çeltik genotipi kullanılarak (Osmancık-97, KA-080, KA-081, Lotto, Akçeltik, GA-7721) tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülen tarla denemesinde toprağa çinko 0, 0,5 ve 1 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O’dan uygulanmıştır.

Deneme toprağının tekstürü siltli tın olup, organik madde miktarı çok az (7,2 g kg<sup>-1</sup>), nötr reaksiyonlu (pH 7,17), tuzluluğu ise çok az (% 0,14) bulunmuştur (Anonymous 1988). Orta kireçli (108,5 g kg<sup>-1</sup>), toplam N miktarı ve değişebilir K<sup>+</sup> miktarı yeterli sırasıyla (1,6 g kg<sup>-1</sup>, 149 mg kg<sup>-1</sup>) düzeydedir (Anonymous, 1988). Bitkiye yarayışlı P miktarı (19,5 mg kg<sup>-1</sup>) yeterli ve bitkiye yarayışlı Zn miktarı (0,78 mg kg<sup>-1</sup>) yetersiz (De Datta, 1989), Fe miktarı orta (3,39 g kg<sup>-1</sup>) (Lindsay ve Norvell, 1978) ve Mn miktarı ise çok az düzeyde (0,65 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur (Follett, 1969).

Biyolojik verim, salkım verimi, sap verimi, 1 m<sup>2</sup> lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra sap ve salkımlar birbirinden ayrılıp tartılmıştır. Tartılan ağırlıkların dekara oranlanması ile bulunmuştur. Salkım sayısı, salkımda tane sayısı ve salkım boyu fiziksel ölçümlerle; bin dane ağırlığı, 4 kez 100 adet çeltik tohumu sayılıp ağırlıkları belirlenmiştir ve bu ağırlıkların bin taneye oranlanması ile bulunmuştur. Hasat indeksi, Inthapanya ve ark. (2000) tarafından bildirildiği şekilde hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarının istatistik analizleri Düzgüneş (1963)’e göre yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin biyolojik verimleri üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerinde biyolojik verimleri üzerine çeşitlerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli (sırasıyla p<0,01, p<0,05) bulunmuştur (Tablo 1). Çeltik çeşitlerinin genetik özellikleri birbirinden farklı olduğundan, aynı toprak üzerinde ve aynı düzeylerde çinko uygulamalarına karşın oluşturdukları biyolojik verim miktarı birbirinden farklı olmuştur. Çeltik çeşitleri arasında ortalama en fazla kuru madde



miktarı 1356 kg da<sup>-1</sup> ile KA080 çeşidinde belirlenmiş ve bunu sırası ile GA7721, Osmancık 97, Lotto, KA081 izlemiş, ortalama en az kuru madde miktarı ise 1068 kg da<sup>-1</sup> ile Akçeltik çeşidinde olmuştur (Tablo 1).

Çinko uygulamasında ise ortalama en fazla kuru madde miktarı 1282 kg da<sup>-1</sup> ile Zn<sub>2</sub> (1 kg Zn da<sup>-1</sup>) uygulamasında olmuştur. Bunu 1235 kg da<sup>-1</sup> ile Zn<sub>1</sub> (0,5 kg Zn da<sup>-1</sup>) ve en az kuru madde miktarı 1194 kg da<sup>-1</sup> ile Zn<sub>0</sub> (Kontrol) uygulamasında olmuştur. Zn<sub>0</sub> ile Zn<sub>1</sub> uygulaması ve Zn<sub>1</sub> ile Zn<sub>2</sub> uygulaması arasında bir fark gözlenemezken, Zn<sub>0</sub> ile Zn<sub>2</sub> uygulaması arasındaki fark önemli olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin biyolojik (sap + salkım) verimleri (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR			
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Ortalama
OSMANCIK 97	1269	1269	1234	1257 AB
KA 080	1424	1289	1356	1356 A
KA 081	1062	1152	1325	1180 BC
LOTTO	1186	1342	1319	1282 AB
AKÇELTİK	1036	1050	1118	1068 C
GA 7721	1188	1307	1343	1279 AB
ORTALAMA	1194 b	1235 ab	1282 a	

LSD<sub>çesit</sub> (0.01) : 130.5443 LSD<sub>çinko</sub> (0.05) : 61.9781. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Genotiplerin uygulanan çinkoya farklı tepkiler göstermeleri toprakta bulunan mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklılardan kaynaklanmaktadır (Güven, 2002). Bazı genotipler (KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) uygulanan çinkoya olumlu tepki vermişler ve biyolojik verimleri artmış, bazı genotipler (Osmancık 97 ve KA 080) ise uygulanan çinkoya olumlu bir tepki vermemişlerdir. Aydeniz ve ark. (1978), Gurmani ve ark. (1984) ve Taban ve Kacar (1991) yaptıkları çalışmalar sonucunda çinko uygulamasının çeltik bitkisinde biyolojik verim üzerine etkili olmadığını saptamışlardır. Buna karşın, Katyal ve Ponnamperuma (1974), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Chaudhry ve ark. (1977), Bhuiya ve ark. (1981), Karaçal ve Teceren (1983), Verma ve Tripathi (1983), Das (1986), Qi (1987), Nand ve Ram (1996), Savaşlı ve ark. (1998), Panda ve ark. (1999) ise yaptıkları çalışmalarda çinko uygulamaları ile çeltikte biyolojik verimin arttığını saptamışlardır.

Çinko uygulaması ile biyolojik verimlerinde bir azalma gözlenen Osmancık 97 ve KA 080 genotipleri arasında da farklılık bulunmaktadır. Biyolojik verimlerinde azalma Osmancık 97'de salkım verimindeki azalmadan kaynaklanırken, KA 080 genotipinde sap verimindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Yani Osmancık 97 genotipinde çinko uygulaması ile sap verimi artmış, salkım verimi azalmış; buna karşın KA 080 genotipinde ise tam tersine sap verimi azalırken, salkım verimi artmıştır. Diğer tüm genotiplerde (KA 080, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) çinko uygulaması ile hem sap verimleri hem de salkım verimleri artmıştır.

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin sap verimi üzerine etkisi

Sap veriminde çeltik genotiplerinin çinko uygulamalarına tepkileri birbirinden farklı olmuş ve bu fark istatistiki olarak önemli (p< 0.001) bulunmuştur (Tablo 2). Çeltik çeşitleri arasında ortalama en fazla sap verimi KA080 çeşidinde (791 kg da<sup>-1</sup>) belirlenmiş ve bunu sırasıyla Osmancık 97, KA081, Lotto, Akçeltik izlemiştir (Tablo 2). Ortalama en az sap verimini ise GA7721 çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 2). Oysa çinko uygulamalarının genotiplerin sap verimleri üzerine etkileri istatistiki bakımdan yeterince önemli bulunmamıştır (Tablo 2). Bunun da nedenini genotiplerin bir kısmında çinko uygulamasının sap verimlerini arttırmış, bir kısmında ise sap verimlerini azaltmış olmasıyla açıklamak mümkündür. Gerektende, KA081, Osmancık 97, Lotto ve GA7721 çeşitlerinde çinko uygulamalarına bağlı olarak sap verimlerinde bir artış olurken geriye kalan 2 genotipte sap verimlerinde azalış olmuştur.

Tablo 2. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin sap verimi (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR			
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Ortalama
OSMANCIK 97	629	677	669	658 B
KA 080	870	722	781	791 A
KA 081	566	646	707	640 BC
LOTTO	553	618	632	601 BC
AKÇELTİK	573	576	625	591 BC
GA 7721	505	559	572	545 C

LSD<sub>çesit</sub> (0.01) = 91,1346. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile ortalama sap verimi Zn<sub>1</sub> uygulaması ile % 2.8 ve Zn<sub>2</sub> uygulaması ile % 7.91 oranında altmıştır. Çinko uygulamalarıyla sap verimi artışı gösteren 4 genotipte artış oranı Zn<sub>1</sub> uygulamasında % 8.95 ve Zn<sub>2</sub> uygulamasında ise % 13.51 olmuştur. [Bhuiya ve ark. \(1981\)](#), [Verma ve Tripathi \(1983\)](#), [Savaşlı ve ark. \(1998\)](#)'da yapmış oldukları çalışmalarda çinko uygulamasının çeltik bitkisi sap veriminde önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulamaları ile sap veriminde azalma gösteren KA 080 genotipinde ise azalma oranı Zn<sub>1</sub> uygulamasında % 17.00, Zn<sub>2</sub> uygulamasında % 10.24 olmuştur (Tablo 2).

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin salkım verimi üzerine etkisi

Salkım verimleri üzerine genotiplerin etkisi ( $p < 0.001$ ), çinko uygulamalarının etkisi ( $p < 0.05$ ) ve genotip x çinko interaksiyonu istatistiki olarak ( $p < 0.05$ ) önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Çinko uygulamalarına bağlı olarak en fazla salkım verimi GA 7721 genotipinde Zn<sub>2</sub> uygulamasında (771 kg da<sup>-1</sup>), en az salkım verimi ise çinko uygulanmadığında (Zn<sub>0</sub>) Akçeltik genotipinde (464 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Tablo 3). Bununla birlikte, Osmancık 97, Akçeltik çeşitlerinin Zn uygulaması ile salkım verimlerinin azaldığı KA080, KA081, Lotto, GA7721 çeşitlerinin salkım verimlerinin arttığı gözlenmiştir. Çinko uygulamalarına bağlı olarak en fazla salkım ağırlığını GA7721 çeşidi oluşturmuştur (Tablo 3).

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile ortalama salkım verimi Zn<sub>1</sub> uygulaması ile % 3.97, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile % 6.84 oranında artmıştır. Çinko uygulamalarıyla salkım veriminde artış gösteren 5 genotipte artış oranı, Zn<sub>1</sub> uygulamasında % 6.59 ve Zn<sub>2</sub> uygulamasında ise % 11.04 olmuştur. Çinko uygulamaları ile salkım veriminde azalma gösteren Osmancık 97 genotipinde azalma oranı Zn<sub>1</sub> uygulamasında % 7,57, Zn<sub>2</sub> uygulamasında % 11.72 bulunmuştur (Tablo 3). Osmancık 97 genotipi topraktaki mevcut olan çinkoyu etkin kullanmış ve çinko uygulanmadığında diğer genotiplere oranla daha fazla gelişebilmiştir.

Tablo 3. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin salkım verimleri (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>
OSMANCIK 97	640 aA	592 bC	565 cE
KA 080	554 cB	567 bD	576 aD
KA 081	496 cC	506 bE	618 aC
LOTTO	633 cF	724 aB	687 bB
AKÇELTİKA	464 cE	474 bF	493 aF
GA 7721	684 cD	747 bA	771 aA

LSD ÇxZn int (0.5)=8.087994. aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin salkım sayısı üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerinin salkım sayıları (adet m<sup>-2</sup>) üzerine çeşitlerin ve çinko uygulamalarının etkisi önemli (sırasıyla  $p < 0.01$  ve  $0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 4).

Çeltik çeşitleri arasında ortalama en fazla salkım sayısı Lotto çeşidinde saptanmış ve bunu sırasıyla sırasıyla Akçeltik, GA7721, Osmancık 97, KA081 ve KA080 çeşitleri izlenmiştir. Çinko uygulamaları ile ise ortalama en fazla salkım sayısı Zn<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Salkım sayıları üzerine Zn<sub>0</sub> ve Zn<sub>1</sub> ile Zn<sub>1</sub> ve Zn<sub>2</sub> uygulamaları arasında bir fark gözlenemezken, Zn<sub>0</sub> ile Zn<sub>2</sub> uygulaması arasındaki fark önemli olmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin salkım sayısı (adet m<sup>-2</sup>) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR			
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Ortalama
OSMANCIK 97	450	480	450	460 C
KA 080	364	348	382	365 D
KA 081	359	401	453	404 CD
LOTTO	583	649	678	637 A
AKÇELTİK	590	580	606	592 AB
GA 7721	547	591	551	563 B
ORTALAMA	482 b	508 ab	520 a	

LSD<sub>çeşit</sub> (0.01)=66.41206, LSD<sub>çinko</sub> (0.5)=27,91144. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Çeltik genotipleri içerisinde en fazla salkım sayısı  $Zn_2$  uygulamasında Lotto genotipinde (678 adet  $m^2$ ) gözlenmiştir. Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulaması ile çeltik genotiplerinde  $m^2$ 'de oluşan ortalama salkım sayılarında  $Zn_1$  uygulaması ile % 5.39'luk,  $Zn_2$  uygulaması ile ise % 7.92'lik artışlar gözlenmiştir (Tablo 4). Hernandez ve ark (1985), Dutta ve Rahman (1987), Yakan ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalar sonucunda çeltik bitkisinde çinko uygulamaları ile  $m^2$ 'de oluşan salkım sayılarında benzer bulgulara ulaşımlardır.

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin salkım boyları üzerine etkisi

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinde salkım boyları üzerine genotiplerin etkisi istatistiki bakımdan ( $p < 0.01$ ) önemli bulunmuştur. Buna karşın, çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Tablo 5). Çeltik çeşitlerinde en fazla salkım boyu Akçeltik çeşidinde oluşmuştur. Bunu sırasıyla GA7721, KA080, KA081, Lotto ve Osmancık 97 çeşitleri izlemiştir.

Çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumu çinko uygulamalarındaki salkım boyu değerlerinin birbirine çok yakın olması şeklinde açıklamak mümkündür. Yakan ve ark. (2001)'de yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çeltik genotipleri içerisinde en uzun salkım boyu  $Zn_2$  uygulamasında Akçeltik genotipinde (16.38 cm) en kısa salkım boyu ise  $Zn_0$ , uygulamasında Lotto genotipinde (11.43 cm) gözlenmiştir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamalarının salkım boyları üzerine etkisi önemli bulunmasa da, çinko uygulamalarıyla genotiplerin salkım boyları  $Zn_1$  uygulaması ile % 4.74,  $Zn_2$  uygulaması ile % 5.13 oranında artmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn  $da^{-1}$ ) bazı çeltik çeşitlerinin salkım boyu (cm) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR			
	$Zn_0$	$Zn_1$	$Zn_2$	Ortalama
OSMANCIK 97	11,49	11,53	11,71	11,56 B
KA 080	13,73	13,76	14,04	13,84 AB
KA 081	12,10	12,14	13,22	12,49 B
LOTTO	11,43	12,08	12,84	12,12 B
AKÇELTİK	15,46	15,65	16,38	15,83 A
GA 7721	12,94	15,67	12,93	13,85 AB

LSD  $_{\text{çesit}}$  (0.01)=2.10809. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

### Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin salkımda tane sayısı üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerinde salkımda tane sayısı üzerine çeşitlerin, çinko uygulamalarının ve çeşit x çinko interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 6). Araştırmada kullanılan çeltik genotiplerinin salkımda tane sayısı miktarları uygulanan çinkoya bağlı olarak sürekli altmıştır. Çeltik genotiplerinde en az salkımda tane sayısı çinko uygulanmadığında ( $Zn_0$ ) Akçeltik genotipinde (61.60), en fazla salkım sayısı is  $Zn_2$  uygulamasında KA 080 genotipinde (159.33) elde edilmiştir.

Çeltik çeşitleri arasında tüm çinko dozlarında önemli farklar gözlenmiştir. En fazla salkımda tane sayısı KA080 çeşidinde olmuştur. Çinko uygulamaları arttıkça salkımda tane sayısı miktarları da artmıştır.  $Zn_2$  uygulamasında en fazla salkımda tane sayısı bulunmuştur.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile salkımda tane sayısı miktarında  $Zn_1$  uygulaması ile % 6.65'lik,  $Zn_2$  uygulaması ile % 15.13'lük artış sağlanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn  $da^{-1}$ ) bazı çeltik çeşitlerinin salkımda tane sayısı üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	$Zn_0$	$Zn_1$	$Zn_2$
OSMANCIK 97	97,23 aB	98,02 aB	98,87 aC
KA 080	140,47 bA	157,13 aA	159,33 aA
KA 081	90,47 bC	90,60 bC	137,53 aB
LOTTO	77,00 bD	82,80 aD	87,33 aD
AKÇELTİK	61,60 bE	63,60 abE	68,00 aE
GA 7721	89,80 aC	91,40 aC	89,78 aD

LSD  $_{\text{çxzn int.}}$  (0.01)= 5.550658. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

## Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin 1000 tane ağırlıkları üzerine etkisi

Çeltik çeşitlerinde 1000 tane ağırlıkları üzerine çeşitlerin, çinko uygulamalarının ve çeşit X çinko interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 7). Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin bin tane ağırlıkları da uygulanan çinkoya ayrımlı tepkiler göstermiştir. Çeltik çeşitleri arasında en fazla 1000 tane ağırlığı GA7721 çeşidinde olmuştur. En düşük 1000 tane ağırlığı ise KA080 çeşidinde olmuştur. Çinko uygulamaları ile Osmancık 97, KA081, Akçeltik ve GA7721 çeşitlerinde bir artış gözlenmiştir (Tablo 7). Çinko uygulamasına olumlu tepki gösteren KA 080, Lotto ve GA 7721 genotipleri birlikte değerlendirildiğinde çinko uygulamaları ile bin tane ağırlıklarında  $Zn_1$  uygulamasında % 4.66'lık,  $Zn_2$  uygulamasında % 3.92'lik artış gözlenmiştir.

Tablo 7. Çinko uygulamasının (0, 0,5 ve 1 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin 1000 tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR		
	$Zn_0$	$Zn_1$	$Zn_2$
OSMANCIK 97	26,85 aAB	26,44 aB	26,11 aB
KA 080	23,61 bD	24,73 abC	25,49 aB
KA 081	27,05 aA	26,51 aB	25,85 aB
LOTTO	24,83 bCD	26,39 aB	25,03 bB
AKÇELTİK	25,59 aBC	25,55 aBC	25,10 aB
GA 7721	27,39 aA	28,25 aA	28,29 aA

LSD  $\bar{C} \times Zn$  int. (0.1)=1.338676. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Diğer taraftan, çinko uygulamaları ile bin tane ağırlıklarında azalma gözlenen Osmancık 97, KA 081 ve Akçeltik genotiplerinde  $Zn_1$  uygulaması ile % 1.28'lik,  $Zn_2$  uygulaması ile ise % 3.13'lük azalma belirlenmiştir (Tablo 7). [Yakan ve ark. \(2001\)](#) yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. En fazla bin tane ağırlığını  $Zn_0$ ,  $Zn_1$  ve  $Zn_2$  uygulamalarının tümünde GA 7721 genotipi oluşturmuştur.

## Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin hasat indeksi (HI) üzerine etkisi

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin hasat indeksi üzerine etkisi ( $p<0.001$ ) istatistiki bakımından önemli bulunmuştur (Tablo 8). Çinko uygulamalarının ve çeşit x çinko interaksiyonu istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Bunun sebebini çinko uygulamalarının çeltik genotiplerinde hasat indeksi üzerine etkisinin ayrımlı olması şeklinde açıklamak mümkündür. Çeşitler arasında ortalama en büyük hasat indeksi değeri GA7721 çeşidinde (57.17) belirlenmiş ve bunu sırasıyla Lotto, Osmancık 97, KA081, Akçeltik ve en az KA080 çeşitleri izlemiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Çinko uygulamasının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup>) bazı çeltik çeşitlerinin hasat indeksi (HI) üzerine etkileri

ÇEŞİTLER	UYGULAMALAR			
	$Zn_0$	$Zn_1$	$Zn_2$	Ortalama
OSMANCIK 97	50,72	46,22	45,65	47,53 C
KA 080	38,49	43,57	42,06	41,37 E
KA 081	46,43	43,31	46,15	45,29 CD
LOTTO	52,79	53,82	52,05	52,89 B
AKÇELTİK	44,01	44,49	42,88	43,79 DE
GA 7721	57,17	56,88	57,16	57,07 A

LSD Çeşit (0.01)= 2.940582. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, kontrol ( $Zn_0$ ) uygulamasında ortalama hasat indeksi değeri % 48.27 iken,  $Zn_1$  uygulaması ile % 0.4,  $Zn_2$  uygulaması ile % 1.26 oranında azalmıştır (Tablo 8).

## Sonuç

Çinko noksan alanlarda yetiştirilen çeltik genotiplerinin agronomik parametreleri (sap, salkım ağırlıkları, salkım sayısı, salkımda tane sayısı, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı) üzerine olumlu etki göstermesi sonucunda Çorum-Osmancık'ta çeltik yetiştirilen alanlarda gübreleme programına çinkonun mutlaka dahil edilmesi yerinde bir uygulama olacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK, TOGTAĞ-TARP 2485 Nolu Proje kapsamında hazırlanan Doktora tezi verilerinden hazırlanmıştır.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1988. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:151, Teknik Yayınlar No:T-59, Ankara.
- Anonymous, 2000. Tarım istatistikleri özeti. Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Aydeniz A, Danışman S, Brohi AR, 1978. The response of zinc to rice plant grown on calcareous soil under flooded condition. Proceeding of IAEA at Boger, Indenosia, Sept. s. 11-15.
- Baysal A, 1998. Gıdaların çinko içerikleri ve diyet çinkosunun biyoyararlılığı. 1. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), Eskişehir, s.19-24.
- Bhuiya ZH, Idris M, Uddin MJ, 1981. Respanse of IRS to zinc fertilizer. Int. Rice Research Newsletter, 6.
- Chaudhry FM, Alam SM, Rashid A, Latif A, 1977. Mechanism of differential susceptibility of two rice varieties to zinc deficiency. *Plant and Soil* 46: 637-642.
- Das DK, 1986. A study on zinc application to rice. *Journal of Meharashtra Agricultural Universities*, 1(1): 120-121.
- De Datta SK, 1989. Rice. In: Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops. (D.L. Plucknett and H.B. Sprague, eds.). Westview Press Inc.
- Dutta RK, Rahman ML, 1987. Yield of flowering of rice in relation to fertilizer zinc sulphate. *Inter. Rice Commission Newsletter*, 36 (1): 16-22.
- Düzgüneş O, 1963. İlimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metotları. E.Ü.Matbaası, İzmir.
- Eyüboğlu F, Kurucu N, Talaz S, 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikro elementler bakımından genel durumu. *Toprak Güb. Arş. Ens.* 620/A-002 Projesi.
- Follet RH 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado soils. Ph. D. Dissertation Colo. State Univ. 133p
- Gurmani AH, Bhatti A, Rehman H, 1984. Responses of rice to same trace elements. *International Rice Research Newsletter*, 9 (5): 28.
- Güven B, 2002. Düşük çinko içeren toprakta çinko- etkin çeltik çeşitlerinin seçilmesi. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hernandez DR, Cabello R, Castillo R, Diaz A, 1985. The effect of zinc fertilizer levels on the yield of irrigated rice. *Agrotecnica de Cuba*, 17 (2): 63-69.
- Inthapanya P, Sipaseuth B, Sihavong P, Sihathep V, Chanphengsay M, Fukai S, Basnayake J, 2000. Genotype differences in nutrient uptake and utilisation for grain yield production of rainfed lowland rice under fertilised and non-fertilised conditions. *Field Crops Research*, 65: 57-68.
- Karaçal İ, Teceren M, 1983. Çeltik tarımında azot ve fosfor ile birlikte uygulanan çinko gübresinin ürün miktarı ve kalitesine etkisi. TÜBİTAK-TOAG proje No:442, Ankara, s.1-45.
- Katyal JC, Ponnampereuma FN, 1974. Zn deficiency a wide spread nutritional disorder of rice in Agusandel Norte. *Philippines Agric.* 58 (3-4): 79-80.
- Lindsay WL, Norvel WL, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. *Soil Science Society America Journal* 42: 421-428.
- Nand DR, Ram N, 1996. Amelioration of zinc stress by farmtard manure in arice-wheat-cowpea system. *Acta-agronomica-hungarica* 44 (1): 35-39.
- Panda R, Sahu SK, Panda R, 1999. Effects of zinc on the biochemical and production parameters of the rice plant (*Oryza sativa*). *Cytobios*, 98(388): 105-112.
- Qi M, 1987. A study on the abundance and deficiency of zinc in paddy soil Anqing Prefecture and the effects of zinc fertilizer application. *Journal of Soil Science of China* 18 (5): 228-230.
- Savaşlı E, Brohi AR, Topbaş MT, 1998. Çeltik bitkisinin çinkolu ve fosforlu gübrelere cevabı ve fosfor çinko ilişkisinin verime etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), Eskişehir, s. 445-452.
- Sillanpaa M, 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Soils Bulletin*. No:48, FAO, Rome.
- Subrahmanyam AV, Mehra BV, 1974. Effect of Zn and Fe applications on the yield and chemical composition of rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 44 (9): 602-607.
- Taban S, Kacar B, 1991. Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların mikro element durumu. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 15: 129-145.
- Taban S, Alpaslan M, Hashemi AG, Eken D, 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 3(3): 457-466.
- Verma TS, Tripathi, BR, 1983. Zinc and iron interaction in submended paddy. *Plant and Soil* 72: 107-116.
- Yakan H, Sürek H, Gürbüz MA, Beşer N, Avşar F, 2001. Çinko gübrelenmesinin çeltik verimi ve bazı agronomik karakterlere etkileri. T.C. Başbakanlık KHGM Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu (24-27 Mayıs), Kırklareli.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Çeltik tarımına uygun alanların belirlenmesinde çok kriterli arazi değerlendirme

Orhan Dengiz <sup>1,\*</sup>, Mehmet Arif Özyazıcı <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

### Özet

Mevcut arazi kaynaklarının optimum kullanımının sağlanması arazi uygunluk analizlerinin ön koşuludur. En uygun çeltik alanlarını seçimine yönelik faktörlere ait bilgilerin yetersizliği ve bir araya getirilememesi, üretim düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Çarşamba Ovası üzerinde yer alan ve Terme Çayı tarafından getirilmiş alüvyal depozitler üzerinde oluşan toprakların çeltik (*Oryza sativa*) yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesidir. Öncelikle Çarşamba Ovasının doğusunda kalan ve Terme Çayının Ovaya girdi noktadan denize döküldüğü yere kadar olan 19 km mesafe içerisinde ve yaklaşık olarak akarsuyun her iki yakasında 2.5 km genişlik kaplayan ve çoğunluğu düz eğime sahip 53.6 km<sup>2</sup> lik alan içerisinde toprak, topografya, arazi kullanımı ve arazi örtüsü vb. karakteristiklerinin ortaya çıkarılmıştır. Çeltik yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesi için alana ait konumsal verilerin analizinde coğrafi bilgi sistemi, jeostatistik ve analitik hiyerarşik süreç olan çok kriterli değerlendirme yaklaşımları kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre, toplam alanın %20'si uygun olmayan (N1 ve N2) alanları oluştururken, yaklaşık % 69'luk kısmı uygun (S1) ve orta uygun (S2) sınıflarda belirlenmiştir. Ayrıca, toplam alanın 603 ha'lık kısmı ise çeltik yetiştiriciliği için az uygun (S3) olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi uygunluk değerlendirmesi, CBS, çeltik yetiştiriciliği

### Multi-criteria land assessment for determination of rice growing suitability sites

### Abstract

Land suitability analysis is a prerequisite to achieving optimum utilization of the available land resources. Lack of knowledge on best combination of factors that suit production of rice has contributed to the low production. The aim of this study were to determine the most suitable areas for rice crop (*Oryza sativa*) based on some physic-chemical properties of various soils formed on alluvial deposits carried by the Terme River on the Çarşamba Plain in the Central Black Sea Region of Turkey. For that reason, firstly land use-land cover, topographic and soil characteristics were determined in 53.6 km<sup>2</sup> mostly flat land which was sized about 19 km length which is between Black Sea and at the beginning of mountain and 2.5 km width in both sides of Terme River that located on sought part of Çarşamba Plain. To overcome the management and analysis of large volumes of spatial data for land suitability in this study, the geographic information system, geostatistic techniques and multi-criteria assessment using analytical hierarchy approaches were used to solve complex geographical problems and to reach reliable results for rice cultivation. According to results, it was determined that 69% of the study area has highly (S1) and moderately (S2) suitable whereas, 20 of it has not suitable for rice cultivation. In addition, 603 ha of the study area has marginally suitable coded as S3 for rice cultivation.

**Keywords:** Land suitability assessment, GIS, rice cultivation.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Buğdaygiller familyası (Poaceae)'nda yer alan çeltik (*Oryza sativa* L.) bitkisi; elde edilen ürünü (pirinç) ile birlikte, dengeli beslenmede karbonhidratlı besinler arasında dünyada buğdaydan sonra en çok tüketilen ve çok sayıdaki insanın temel besin maddesini teşkil eden önemli bir üründür. Türkiye'de yaklaşık 900 bin ton olan çeltik üretiminin yaklaşık 123 bin tonu Samsun ilinden karşılanmakta; Terme havzasının da içerisinde bulunduğu Çarşamba ovasında ise 21 bin ton civarında çeltik üretilmekte (Anonim, 2017) ve bu yönüyle de çeltik bitkisi Samsun ili ekonomisine önemli etkisi olan tarımsal bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0362 3121919

E-posta : [odengiz@omu.edu.tr](mailto:odengiz@omu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 25 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 05 Haziran 2018

e-ISSN : 2146-8141

Toprak isteği bakımından seçici olmamakla birlikte, yüksek kalitede ve verimde ürün alabilmek için bitki besin maddelerince zengin, su geçirmeyen killi bünyeli, kum ve kireç oranı düşük, 4.5-7.5 pH değerine sahip topraklar çeltik tarımına uygun topraklar (Göney, 1980; Doğanay, 2007) olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de çeltik yetiştiriciliğinin büyük çoğunluğu alüviyal araziler üzerinde gerçekleştirilmektedir. Alüviyal arazilerin en önemli özellikleri; flüviyal depozitler taşıdıkları kaynağa, taşıyıcı gücün enerjisine ve akışın şiddetine bağlı olarak, farklı parçacık boyutlarında olabilmektedir. Bu da, alüviyal arazilerde yer alan toprakların kısa mesafeler içerisinde çok fazla değişkenliğe sahip özellikleri içermesine neden olabilmektedir (Dengiz ve Gülser, 2014; Dengiz ve ark., 2014).

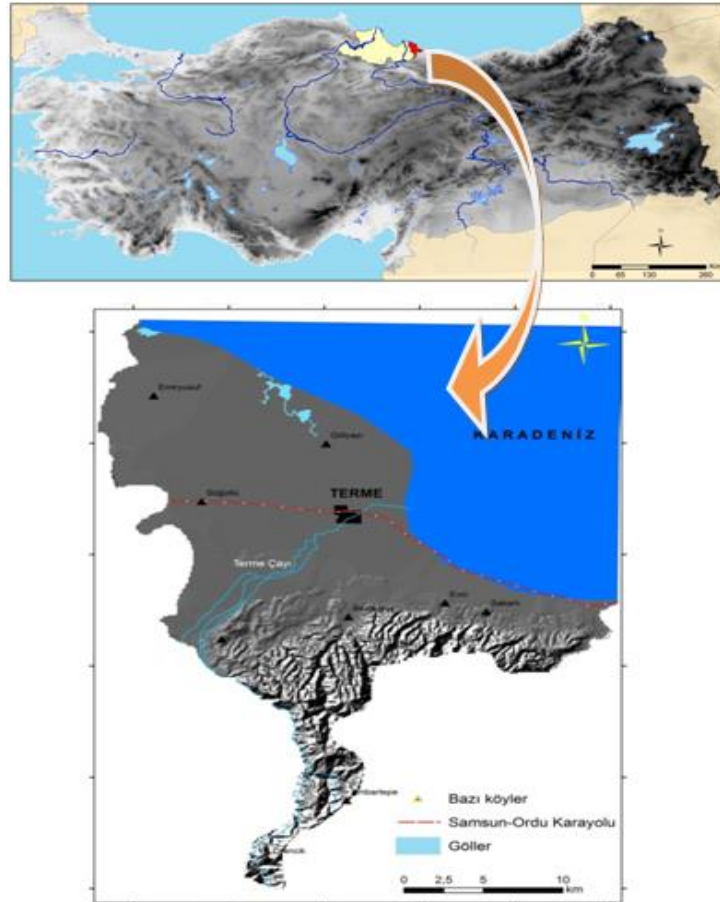
Çeltik üretimi için uygun ekolojiye sahip Türkiye, pirinç ithalatçısı konumundadır. Sulama alanlarının yetersizliği, sınırlı ekim alanları, küçük ve parçalı araziler ve üretim maliyetinin yüksekliği bunun sebepleri arasında belirtilebilir. Çeltik yetiştiriciliğinde kullanılan topraklara ait detaylı veri ve haritaların olmaması da çeltik üretiminin dolayısıyla üretimin azlığına sebep olan bir diğer unsurdur. AHP tekniği ve jeostatistik gibi programlar kullanılarak coğrafi bilgi sisteminde veri tabanı oluşturularak geliştirilen model yardımıyla, çeltik tarımının yapılabileceği en uygun alanların doğru bir şekilde belirlenmesi, Türkiye çeltik üretiminin arttırılmasında başvurulacak en uygun yoldur.

Bu çalışmanın ile, Türkiye’nin Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Çarşamba Ovası üzerinde yer alan ve Terme Çayı tarafından getirilmiş alüviyal depozitler üzerinde oluşan toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve verimlilik özellikleri dikkate alınarak AHP, jeostatistik ve CBS yardımıyla çeltik (*Oryza sativa*) yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Çalışma alanı genel özellikleri

Çalışma Samsun ilinin Terme ilçesi sınırları içerisinde ve Çarşamba Ovasının doğusunda yer alan Terme Çayının Çarşamba Ovasına gidiği yer ile denize döküldüğü yaklaşık 20 km mesafe ile çayın her iki yakası arasındaki 53.6 km<sup>2</sup> genişlik kaplayan alan içerisinde gerçekleştirilmiştir. Samsun İline bağlı Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan Terme ilçesi; yüzölçümü 583 km<sup>2</sup> olup, Terme Çayı kenarında ve denizden 3 km. içeride kurulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

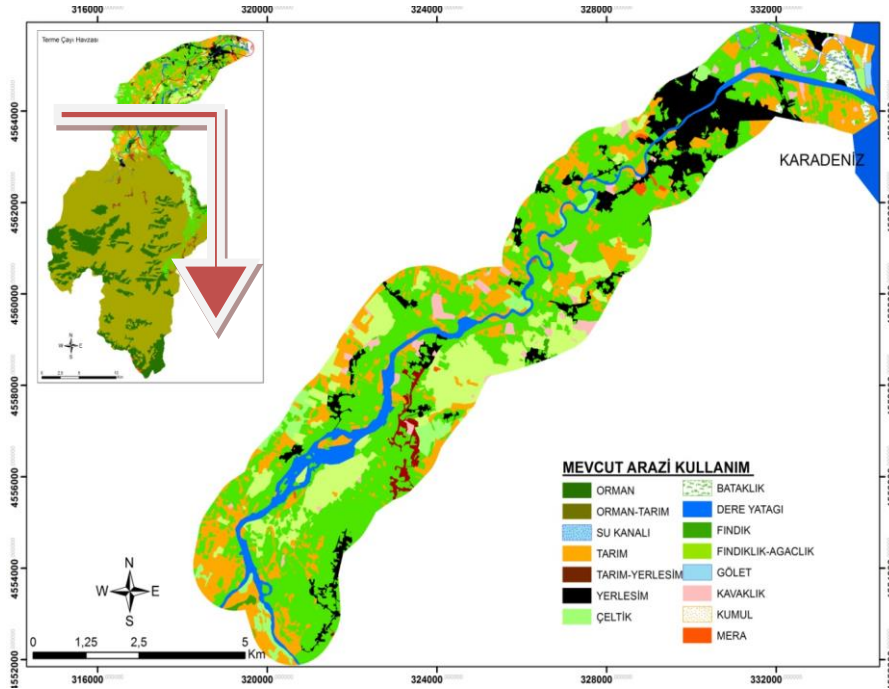
İlçe ekonomisinin temel kaynağı tarım olup, toplam arazi varlığı 54857 ha'dır. Bu arazilerin 42631 ha üzerinde tarımsal üretim yapılmakta olup toplam arazi varlığının % 77.71'ini oluşturmaktadır. İlçe topografik bakımdan çok değişkenliğe sahip olup, 0-10 m yüksekliğe sahip delta ovasından, 970 m ye kadar yükseklik çıkabilmektedir. İlçenin güneyinde yer alan Canik Dağlarının yüksekliği yer yer 2000 metreyi bulmaktadır. Kuzey çarşamba Ovası'nın doğu ucu, ilçe sınırları içindedir. Yükseltisi 20-70 m arasında değişen ova, Terme Ovası adıyla da anılır. Güneydeki dağlardan beslenen Terme Çayı, ilçe merkezini aştıktan sonra Karadeniz'e ulaşır.

Taşkın oluşmasında çok önemli bir etkiye sahip olan eğim faktörü, havzanın jeomorfolojik özellikleri içinde yer alır. Bütün koşullar aynı olduğunu varsaydığımızda, eğimin fazla olduğu yerlerde, toprağın su tutma kabiliyetinin az olması nedeniyle, yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara oranla daha azdır. Bunun sonucunda akışa geçen su miktarı eğimin fazla olduğu alanlarda daha fazla olur. Bu alanlarda bitki örtüsünün de çok büyük önemi vardır. Bitki örtüsünün az olduğu yerlerde akarsuyun taşıdığı sediment miktarı daha fazladır. Bu durum aynı zamanda aluviyal arazilerin oluşmasında önemli bir mekanizma olan taşınım ve sedimentasyon olaylarının da etkileyerek, mesafe içerisinde farklı tane boyutundaki fraksiyonları içeren gerek yataylamasına gerekse de dikeylemesine alan içerisinde birikimler olabilmektedir.

Terme Çayı, Terme ilçe merkezinin 5 km mansabında Karadeniz'e birleşmektedir. İlçenin ovalık alanlarında taban suyunun yüksek olması bitkisel üretimi engellemektedir. Özellikle yağışların yoğun olduğu dönemlerde ovalarda ve taban arazilerde oluşan göllenmeler, seltaşkınları bitki gelişimini ve verimi olumsuz etkilemesinin yanı sıra dere kenarlarında bulunan verimli toprakların nehrin kenar aşınırma ve koparmaları sonucu toprakların kayıp olmasına da neden olmaktadır.

Terme'de her mevsim yağışlı tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Terme ilçesine en yakın Ünye 17624 nolu rasatın 1960-2014 yılları arası verilerine göre, yıllık ortalama yağış miktarı 964,8 mm olup en fazla Kasım ayında ne düşük ise 52.7 mm ile Mayıs ayında ölçülmüştür. İlçenin sıcaklık durumu ise ortalama yıllık sıcaklık durumu 14.3 °C ve en sıcak ay 23.2 °C ile Ağustos ve en düşük sıcaklık ise 6.8 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür.

Terme Çayının her iki yakasının yaklaşık birer km mesafe alanı kaplayan çalışma alanı içerisinde yer alan mevcut arazi kullanım dağılımı Şekil 2' de verilmiştir. Alanda yaygın olarak fındık yetiştiriciliği yanı sıra 5450.4 da alanda çeltik üretimi yapıldığı görülmektedir. % 9.5'lük kısım ise bataklık, gölet, su kanalı, kumul alan ve dere yatağından oluşmaktadır.

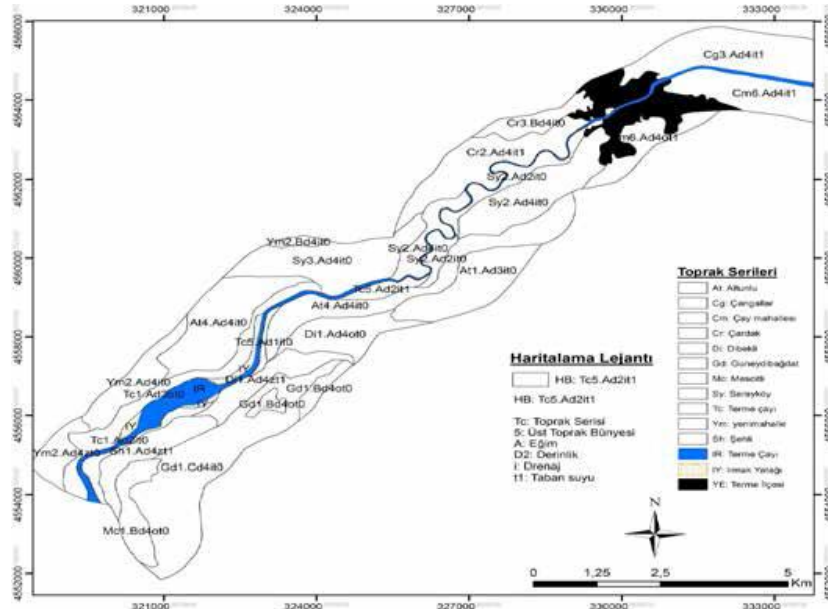


Şekil 2. Çalışma alanı mevcut arazi kullanım haritası.

Çalışma alanı toprakları Coşkun ve Dengiz (2016) tarafından yapılan toprak etüd ve haritalama çalışmasına göre, 17 toprak profili incelenmiş, incelenen topraklar 4 ordo, 6 altordo, 8 büyük grup ve 10 alt grup içerisinde yerleştirilmiştir. Bu ordolar içerisinde % 55.3 ile Inceptisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla % 30.6 ile Entisoller, 8.9% ile Vertisoller ve % 5.2 ile de Alfisoller izlemektedir. Araştırmacılar, 10



toprak serisi belirlemişler ve bunlara ait sınırlar 1:25.000 ölçekli harita üzerine aktarılmışlardır. Araştırma alanı içerisinde Mescitli serisi (% 2.3) en küçük alana sahip iken, Altunlu serisi (% 17.1) en fazla yayılım alanına sahiptir (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma alanına ait temel toprak haritası

## Yöntem

Arazi uygunluk çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla kriteri içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak uygun olacaktır. Buna yönelik birçok teknikler olmasına karşın bu çalışmada çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmesi tekniği olarak, Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılmıştır (Patrono, 1998).

Doğrusal Kombinasyon tekniğinde, çeltik arazi uygunluk durumunu etkileyen kriterlerin her birine bir ağırlık değeri atanmaktadır. Bu ağırlık değerleri, kriterlerin göreceli önemine göre belirlenmektedir. Sonrasında bu kriterler alt kriterlere ayrılmakta ve bu alt kriterler kendi içinde ayrı bir sayısal değerlendirmeye tabi tutularak alt kriter puanları saptanmaktadır. Daha sonra bu alt kriter puanları, ait olduğu kriterin ağırlık değeri ile çarpılmaktadır. Böylece kriterler aynı ölçüğe konularak birlikte toplanabilir yani kombine edilebilir hale getirilmektedir. Bu teknikteki tarımsal amaçlı arazilerin uygunluk değerlendirmesi yaklaşımına ait matematiksel eşitlik

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot X_i)$$

şekindedir. Burada; S: Toplam çeltik arazi uygunluk puanı,  $W_i$ : i parametrenin ağırlık değeri,  $X_i$ : i parametresine ait alt kriter puanı, n = ele alınan parametrelerin toplam sayısıdır. Her bir örnek noktası için Doğrusal Kombinasyon Tekniği ile hesaplanan değerler Tablo 1' e göre sınıflandırılarak alanın çeltik arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur.

Tablo 1. Çeltik arazi uygunluk sınıfları ve sınıflara ait değerler.

Tanımlama	Sınıf	Değer
Çok Uygun	S1	> 3.00
Uygun	S2	2.50 -3.00
Az Uygun	S3	2.25 - 2.50
Uygun Değil	N	< 2.00

Çeltik arazi uygunluk çözümlemelerinde belirleyici olabilecek toplam 8 parametre dikkate alınmıştır. Bu parametreler fiziksel kriterler (derinlik, bünye ve drenaj) ve kimyasal kriterler (pH, CaCO<sub>3</sub> içeriği, toplam azot, yarıyışlı P, K ve Zn ) olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Ayrıca bu kriterler alt faktörlere ayrılarak 0 ile 4 arasında ağırlık değerleri verilmiştir. Alt faktör arazilerin çeltik yetiştiriciliği açısından kullanımlarını imkansız kılıyorsa 0, çeltik tarımına veya yetiştirilmesine optimum imkan sağlaması durumunda 4 değerini

almaktadır. 0-4 arasında kalan değerler ise toprak karakteristiğinin çeltik bitkisinin gelişimini sınırlama derecesine göre değişmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Parametreler ve onlara ait alt faktörler ağırlık oranları.

Parametreler									
Bünye		Drenaj		pH		Derinlik (cm)			
Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı
Si, SL, fSL, G, S, LS	0	iyi/aşırı	1	>8.4-4.0	1	0-20	1		
L,SCL, SiL	1	Orta iyi	2	7.9-8.4	2	20-50	2		
CL, SiC, C- <45%	3	Yetersiz	3	4.0-5.0					
SiCL, SC, C- >45%	4	Fena	4	7.4-7.8	3	50-90	3		
				5.1-5.5					
				5.5-7.3	4	90+	4		

Parametreler									
CaCO <sub>3</sub> (%)		Toplam Azot (%)		Yarayışlı P (mg kg <sup>-1</sup> )		Yarayışlı K (mg kg <sup>-1</sup> )		Yarayışlı Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	
Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı
> 20	1	< 0.1	1	<5	1	<10	1	<0.3	1
15-20	2	0.1-0.2	3	5-10	2	10-30	2	0.5-0.3	2
5-15	3	>0.2	4	10-25	3	30-60	3	0.7-0.5	3
0-5	4			> 25	4	>60	4	>0.7	4

Parametrelerin (Kriterlerin) her birine ait ağırlık puanlarının belirlenmesi işlemi, değerlendirmeye alınan kriterlerin birbirlerine göre önemi dikkate alınarak ağırlık puanları Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu teknik, ele alınan parametrelerin ikili olarak karşılaştırılmasından elde edilen öncelik değerlerine dayalı bir ölçüm teorisidir ve en iyi karar alternatifinin seçilmesinde, hem kantitatif (objektif, nicel) ve hem de kalitatif (sübjektif, nitel) faktörlerin dikkate alınmasına imkan vermektedir. İkili karşılaştırmalara dayalı göreceli önceliklendirme ölçeği Tablo 3' te verilmiştir (Saaty, 1980).

Tablo 3. AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği.

Sözel Tercih Hükmü	Açıklama	Değer
Eşit Tercih Edilme	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur	1
Kısmen Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre kısmen tercih ettiriyor	3
Oldukça Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre oldukça tercih ettiriyor	5
Kuvvetle Tercih Edilme	Bir faaliyet değerine göre kuvvetle tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor	7
Kesinlikle Tercih Edilme	Bir faaliyetin değerine göre tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahip	9
Orta Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler	2, 4, 6, 8
Ters (Karşıt) Değerler	Bir eleman başka bir elemanla karşılaştırıldığında yukarıdaki değerlerden birisi atanır. Bunlardan ikinci eleman birinci eleman ile karşılaştırıldığında ters değere sahip olur	

Çalışmada değerlendirmeye alınan kriterlerin (parametrelerin) ağırlık puanları AHS tekniği ile belirlenirken; i-) İlk adımda kriterlerin etki durumu göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırmaların yapıldığı matrisler oluşturulur,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Burada,

A = İkili karşılaştırmalar matrisi,

$a_{ij}$  = Hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının

j elemanına göre önemidir (i, j= 1,2,...,n)'dir.

İkili karşılaştırma matrisinin özellikleri

-  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ,

-  $a_{ij} > 0$  (i, j= 1,2,...,n)'dir.

- İkili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olabilmesi için aşağıdaki özelliği sağlaması gerekir.

$$a_{ik} = a_{ij} a_{jk} \quad (i, j, k= 1, 2, \dots, n)$$

İkili karşılaştırma hükümleri kesin olarak tutarlı ise, yani yukarıdaki eşitlik sağlanıyor ise, o takdirde A ikili karşılaştırmalar matrisinin girdileri hata içermeyecektir ve aşağıdaki eşitlik ifade edilebilecektir.

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j}$$

Burada;  $W_i$  = A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan, i elemanına ilişkin öncelik değeri,  $W_j$  = A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan, j elemanına ilişkin öncelik değeri ifade etmektedir. Yukarıdaki eşitlikten faydalanılarak aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$a_{ik} a_{kj} = \frac{W_i}{W_k} \frac{W_k}{W_j} = \frac{W_i}{W_j} = a_{ij} \quad (i,j,k= 1,2,\dots,n)$$

İkili karşılaştırmalar matrisinin köşegen elemanları 1 değerini almaktadır. Yani,  $a_{ii} = 1$  ( $i,j,k= 1,2,\dots,n$ ).

ii-) A matrisi oluşturulması sonrasında karşılaştırılan parametrelerin her birinin önceliğinin hesaplanması (en büyük özdeğer vektörü veya öncelik vektörü veya kriterlerin ağırlık değerleri),

Adım 1: İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır.

Adım 2: İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür. Bu işlem sonucunda elde edilen matrise *normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi* denir.

Adım 3: Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması hesap edilir. Bu aritmetik ortalama değerleri, karşılaştırılan elemanların göreceli öncelikleri ile ilgili bir tahmin sağlar.

iii-) Yöntemin son aşamasında ise elde edilen özvektörün tutarlılık kontrolünün yapılmasıdır. İkili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuçta elde edilen öncelik vektörü (W) ile çarpılmak suretiyle yeni bir vektör elde edilir. Bu yeni vektörün her bir elemanını öncelik vektöründe buna karşılık gelen değere bölerek ikinci bir yeni vektöre ulaşılır. Bu son vektörün değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak maksimum özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) tahmin edilmiş olur.  $\lambda_{max}$ , ikili karşılaştırmalar matrisinin eleman sayısına (n) ne kadar yakın bir değer olur ise, sonuç o kadar tutarlı olacaktır (Kumar and Ganesh, 1996).

O halde A ikili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olmaması durumunda  $\lambda_{max}$  değeri n'den ve diğer özdeğerler de sıfırdan sapacaklardır. Bu sapmalar aşağıda formülü verilen "Tutarlılık İndeksi (Tİ)" yardımı ile belirlenmektedir.

$$Tİ = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Öte yandan Tutarlılık Oranını hesaplayabilmek için "Rastgele (Tesadüfi) İndeks (Rİ)" değerleri de bilinmelidir. Bu değerler 1-15 boyutlu matrislerin her bir boyutunda 100'er adet matrisin rastgele olarak doldurulması ve yukarıdaki formüle göre hesaplanan Tutarlılık İndekslerinin ortalamasını almak suretiyle oluşturulmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan ve matris boyutlarına göre değişen rastgele indeks değerleri (Saaty, 1980).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

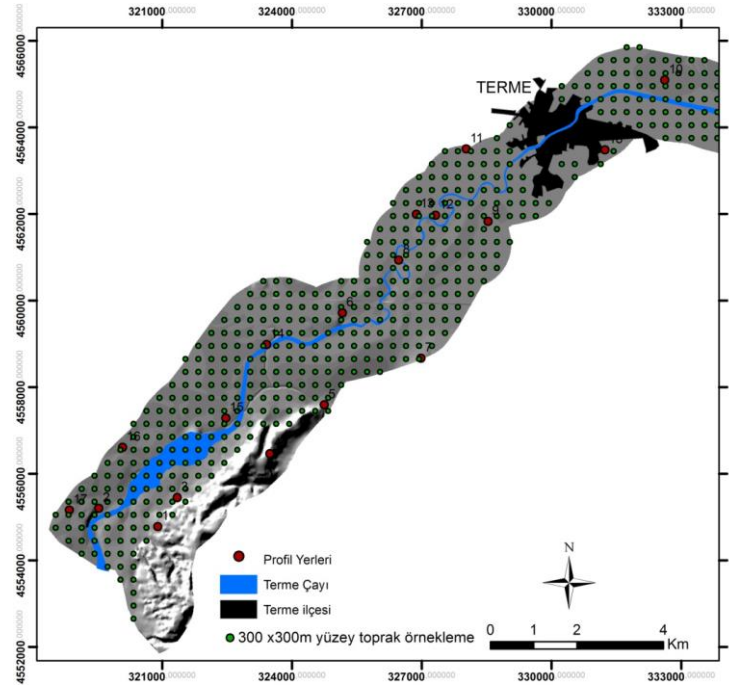
$$TO = T_i/R_i$$

Tutarlılık kontrolü, yargıların mantıksal tutarsızlığını ölçer ve yargılarda olabilecek hataların tanımlanmasına olanak sağlar. Yöntemin geçerli olması için tutarlılık oranı 0.10 (%10) veya daha küçük olmalıdır. Eğer bu oran 0.10'dan büyük ise ikili karşılaştırma matrislerinin yeniden oluşturulması gerekir (Saaty, 1980).

Araştırma alanından 300 x 300 m aralıklara sahip grit sistemde, toplam 419 adet yüzey (0-20cm) toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 4).

Alınan toprak örneklerinde, bünye Hidrometre yöntemiyle (Bouyoucous, 1951), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre kullanılarak (Soil Survey Labrotory, 1992), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Labrotory, 1992), kireç serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), yarayışlı potasyum 1 N amonyum asetat (NH<sub>4</sub>Oac) ile ekstrakte edilen potasyumun analiz edilmesiyle (Soil Survey

Labrotory, 1992), toplam azot mikro Kjeldahl metodu ile belirlenmiş (Bremner, 1982), yarıyıllı fosfor Olsen metoduyla (Olsen, 1982), çinko DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element analiziyle (Lindsay ve Norvell 1978) belirlenmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı içerisinde grid sisteminde örnek alınan noktalar.

Çalışma alanına ait elde edilen toprak analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler SPSS 12.0 paket programında yapılmış, uygunluk sınıfların konumsal dağılım alanlarının belirlenmesinde ise ArcGIS 10.2v programları kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımsal istatistikleri

Çeltik tarımı yapılan topraklardan alınan örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'de verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; toprakların kil, silt, pH, toplam N ve S değeri dışındaki diğer özelliklerin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği; kil, pH ve S değerlerinin incelenen tüm özellikler içerisinde negatif çarpıklığa sahip toprak özellikleri olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, incelenen toprak özelliklerinden kum ve S değerlerinin kabul edilebilir ( $\pm 2$ ) çarpıklık katsayısı gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen toprak özelliklerinin ortalamasının üzerinde aşırı uç değerlere sahip olduğunu, negatif çarpıklık katsayısı gösteren özellikler ise bazı alanlarda ortalamasının altında değerler aldığını göstermekte; nitekim, kabul edilebilir sınırların dışındaki toprak özelliklerinin tamamında değişkenlik katsayılarının yüksek bulunması da, bu durumu desteklemektedir.

Tablo 5. Çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler (n= 419)

	Bünye (%)			EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Toplam N (%)	Alınabilir P (ppm)	Alınabilir K (ppm)	Zn (ppm)	S
	Kil	Silt	Kum								
En düşük	4.71	0.38	0.91	0.02	4.05	0.195	0.001	2.65	35.00	0.01	1.129
En yüksek	67.73	84.40	93.54	1.92	7.85	18.394	0.367	181.05	1707.50	3.31	3.332
Ortalama	37.12	31.72	31.16	0.44	6.38	1.385	0.134	20.62	193.40	0.41	2.730
Basıklık	0.04	3.64	2.73	8.61	1.68	99.72	0.77	55.18	19.84	16.59	2.022
Çarpıklık	-0.22	0.11	1.46	2.71	-0.37	8.49	0.21	5.63	3.74	3.60	-1.610
Ortanca	37.49	31.73	27.88	0.37	6.40	1.18	0.13	18.11	142.50	0.29	2.880
Std.S	12.32	8.89	15.09	0.30	0.49	1.22	0.05	13.65	177.12	0.41	0.488
Varyans	151.90	79.11	227.59	0.09	0.24	1.48	0.00	186.36	31372.11	0.17	0.238
D.K	33.21	28.04	48.42	66.95	7.71	87.83	35.87	66.20	91.58	101.52	17.862

S: Çeltik uygunluk indeksi

Wilding (1985) ve Mulla ve Mc Bratney (2000) toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (< % 15), orta (% 15-35)

ve yüksek (>% 35) olarak sınıflandırmaktadırlar. Bu çalışmada; toprağın kil ve silt içeriği ile pH ve S değerleri dışındaki diğer fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin, yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin ekstrakte edilebilir Zn (% 101.52) olduğu görülmektedir. Çinkoda, değişkenlik katsayısının yüksek bulunması Özyazıcı ve ark. (2015)'in bulgularıyla paralellik göstermiştir. Bununla toprak pH'sının bazı yerlerde ortalamasının altında olmasına rağmen, değişkenlik katsayısının (% 7.71) incelenen özellikler içerisinde en düşük oranı verdiği ve düşük grupta yer aldığı görülmektedir. Benzer bulgular; Özyazıcı ve ark. (2011), Dengiz ve ark. (2015) ve Özyazıcı ve ark. (2016) tarafından da rapor edilmiştir.

#### AHP analizi ve çeltik uygunluk sınıflaması

Arazilerin çeltik tarımına uygunluklarının belirlenmesine yönelik olarak seçilen fiziksel kriterler (derinlik, bünye ve drenaj) ve kimyasal kriterler (pH, CaCO<sub>3</sub> içeriği, toplam azot, yarayışlı P, K ve Zn) için yapılan ikili karşılaştırmalara dayalı olarak elde edilen ağırlık değerleri Tablo 6'da sunulmuştur. Tablo 6'dan görüleceği üzere, 0.284 ağırlık değeri ile bu uygunluk kriterlerinden toprak bünye kriteri, en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bu kriteri sırasıyla toprak pH kriteri (0.176), drenaj kriteri (0.167), CaCO<sub>3</sub> içeriği kriteri (0.114), derinlik kriteri (0.104), yarayışlı fosfor (0.053), toplam azot (0.049), yarayışlı potasyum (0.031 ve yarayışlı potasyum kriteri (0.022) izlemektedir. Bu kriterlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise 0.09 olarak belirlenmiştir. Dengiz (2013) Çankırı Kızılırmak ilçesi aluviyal araziler üzerinde tarımı yapılan çeltik bitkisinin arazi uygunluk sınıflaması çalışmasında ve Sağlam ve ark. (2015) Bafra Ovası, Fener köyü çeltik tarımı yapılan toprakların, çeltik tarımı için toprak kalite özelliklerinin çok değişkenli istatistik ve jeostatistik analizler ile incelenmesi konumsal dağılımlarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada bünye özelliklerde kil oranı potansiyel kalite indikatör olarak belirlemişlerdir. Ele alınan kriterlere yönelik hiyerarşik ilişki içerisinde ikinci ve üçüncü sırada ise toprak reaksiyonu ve drenaj gelmektedir. Çeltik bitkisi özellikle yüzey toprağının su iyi tutabildiği, drenajı zayıf, ağır bünyeli topraklarda en iyi gelişim gösterir. Toprağın verim gücü, kültür topraklarından sağlanan ürünün miktarı ve kalitesi ile yakından ilgilidir. Toprağın verim gücünü belirleyecek önemli faktör ise toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dikkate alınarak kullanılmaları ve yönetilmeleri ile mümkündür. pH' s 4 ile 8 arasında değişik gösteren topraklara uyum sağlayabilir gibi kavramlar kullanılmakta ancak, geçirgenliği yüksek olan kumlu topraklar fazlaca su kaybına yol açtıkları ve besin maddelerince fakir olduklarından, çeltik yetiştirmeye elverişli değildirler. Ayrıca, çeltik üretim alanlarımızın alkalilik, tuzluluk, çinko, demir ve fosfor eksikliği gibi ve bilhassa ekim nöbeti yapılmadan yetiştirilmesi sonucu toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri de bozulmaktadır. Beşinci sıralarda yer alan kireç çalışma alanı içerisinde bitkilerin gelişmelerine olumsuzluk yaratacak sınırlarda ve son sıralarda ise verimlilik kriteri, düşük görülen alanlarda gübreleme faaliyetleri gibi unsurlarla giderilebilmesi nedeniyle ağırlık değerleri düşük bulunmuştur.

Tablo 6. Parametrelere ait ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları.

İkili Karşılaştırmalar Matrisi									
	Bünye	Drenaj	pH	Derinlik	CaCO <sub>3</sub>	T.N	A.F	A.P	A.Z
Bünye	1.000	9.000	3.000	5.000	3.000	5.000	9.000	9.000	5.000
Drenaj	0.111	1.000	7.000	7.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
pH	0.333	0.140	1.000	5.000	9.000	5.000	9.000	5.000	7.000
Derinlik	0.200	0.140	0.200	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.000
CaCO <sub>3</sub>	0.333	0.333	0.111	0.200	1.000	7.000	9.000	5.000	9.000
T.N	0.200	0.333	0.200	0.200	0.140	1.000	5.000	3.000	3.000
A.F	0.111	0.333	0.111	0.200	0.110	0.200	1.000	5.000	7.000
A.P	0.111	0.333	0.200	0.200	0.200	0.330	0.200	1.000	5.000
A.Z	0.222	0.333	0.140	0,330	0.110	0.330	0.140	0,200	1.000
Total	2.601	11.945	11.962	19.99	21.56	26.86	41.34	36.20	43.00
Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi									
	Bünye	Drenaj	pH	Derinlik	CaCO <sub>3</sub>	T.N	A.F	A.P	A.Z
Bünye	0.380	0.750	0.250	0.260	0.140	0.190	0.220	0.250	0.12
Drenaj	0.050	0.080	0.530	0.370	0.140	0.110	0.070	0.080	0.07
pH	0.120	0.010	0.080	0.260	0.400	0.190	0.220	0.140	0.16
Derinlik	0.080	0.010	0.080	0.050	0.200	0.190	0.120	0.140	0.07
CaCO <sub>3</sub>	0.120	0.030	0.010	0.010	0.030	0.260	0.220	0.140	0.21
T.N	0.080	0.030	0.010	0.010	0.007	0.040	0.120	0.070	0.07
A.F	0.050	0.030	0.010	0.010	0.050	0.007	0.020	0.140	0.16
A.P	0.050	0.030	0.020	0.010	0.003	0.010	0.005	0.030	0.12
A.Z	0.070	0.030	0.010	0.020	0.030	0.010	0.004	0.006	0.02

Tablo 6. (devamı)

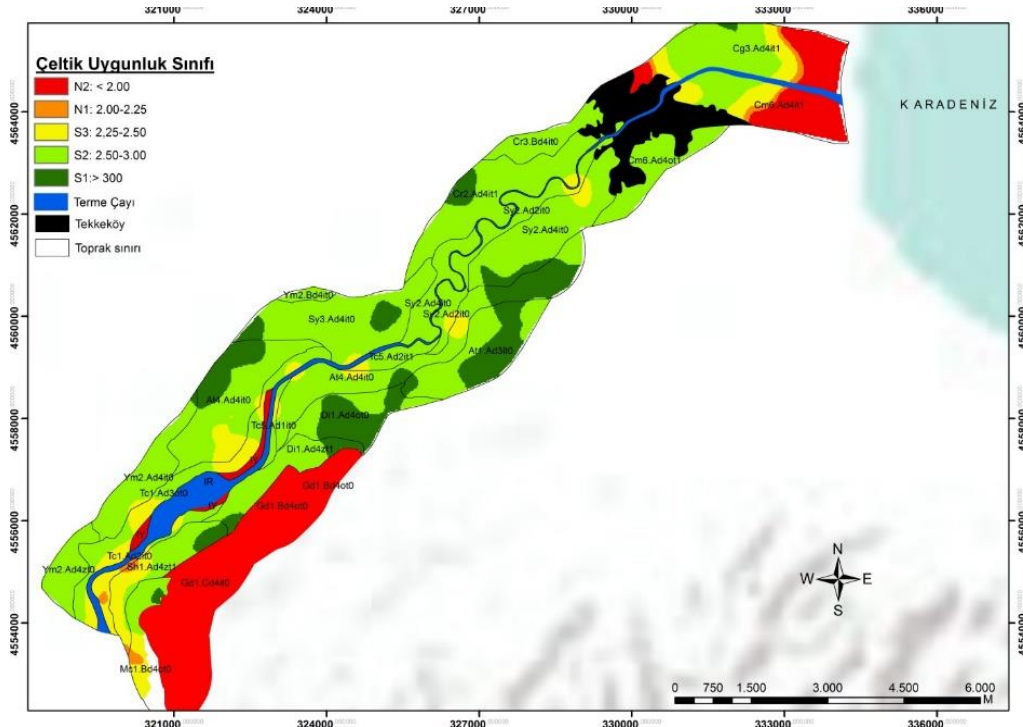
Öncelik Vektör			
Criteria	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektör
Bünye	2.560	2.560/9	0.284
Drenaj	1.500	1.500/9	0.167
pH	1.580	1.580/9	0.176
Derinlik	0.940	0.940/9	0.104
CaCO <sub>3</sub>	1.030	1.030/9	0.114
T.N	0.437	0.437/9	0.049
A.F	0.477	0.477/9	0.053
A.P	0.278	0.278/9	0.031
A.Z	0.200	0.200/9	0.022

T.N: Toplam azot. A.F: Yarayışlı fosfor. A.P: Yarayışlı potasyum. A.Z: Yarayışlı çinko,  $\lambda_{\max} = 10.044$ , CI= 0.131, CR= 0.09

Doğrusal kombinasyon tekniği dikkate alınarak çeltik arazi uygunluk değerlendirme çalışması sonucu oluşturulan çeltik arazi uygunluk haritası temel toprak haritası ile birlikte Şekil 5' de ve her bir uygunluk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılımları Tablo 7'de verilmiştir. Toplam alanın yaklaşık % 69'u çok uygun ve uygun sınıfları oluştururken, yaklaşık % 19'u ise uygun olmayan sınıflara girmektedir. Buna karşılık yaklaşık % 11'lik kısım ise çeltik tarımı için az uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Çeltik tarımına uygun olmayan alanların en önemli kısıtlayıcı özellikleri bünye, toprak derinliği ve eğim oluşturmaktadır. Irmak yatağına yakın olan yerlerde yer alan Terme Çayı serisine ait toprakların çakıllı, taşlı ve kaba bünyeli sığ derinlikte olmasının yanı sıra Terme Çayının Karadeniz'e döküldüğü her iki yakasında yer alan Çangalar ve Çay Mahallesi serilerine ait Cg3.Ad4ot1 ve Cm6.Ad4it1 haritalama birimlerinin bir kısmı bünyeleri kaba bünyeli ve %70 ve üzeri kum içermesi nedeniyle çeltik tarımı için uygun değildir. Çeltik tarımı için önemli bir diğer unsur ise suyun tavalarda eşit olarak dağılımın sağlanması bu nedenle eğimin oldukça düşük olması gerekmektedir. Fakat Güneydibağdat serisine ait topraklarda eğim hafif ve orta (%6-10) arasında değişmektedir.

Tablo 7. Çeltik uygunluk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılım

Uygunluk Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
S1	563,4	10,6
S2	3121,1	58,6
S3	603,3	11,3
N1	63,3	1,2
N2	978,4	18,4
Toplam	5329,5	100,0



Şekil 5. Çalışma alanı toprak haritası üzerinde çeltik uygunluk sınıflarına ait alansal dağılım haritası

## Kaynaklar

- Anonim, 2017. Seçilmiş Göstergelerle Samsun. Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No: 4276, <http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/SAMSUN.pdf> (Erişim tarihi: 27.03.2017).
- Bouyoucos GJ, 1951. A Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 43: 9.
- Coşkun A, Dengiz O, 2016. Samsun Terme Havzası bazı temel fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3:1-13.
- Bremner JM, Mulvaney CS, 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2 nd ed. *Agronomy* 9: 595-624.
- Dengiz O, 2013. Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 37: 326-334, DOI: 10.3906/tar-1204-36.
- Dengiz O, Şisman A, Gülser C, Şişman Y, 2014. Arazi toplulaştırmasında kullanılan arazi kalite dereceleme yöntemine alternatif yaklaşım. *Toprak Su Dergisi* 1: 59-69.
- Dengiz O ve Gülser C, 2014. Farklı fluviyal depozitler üzerinde oluşmuş toprakların dağılım alanların belirlenmesi ve sınıflandırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 1: 9-17.
- Dengiz O, Özyazıcı MA, Sağlam M, 2015. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. *Paddy and Water Environment*, 13(1): 1-10.
- Doğanay H, 2007. Ekonomik Coğrafya 3 "Ziraat Coğrafyası", Aktif Yayınları, Erzurum.
- Göney S, 1980. Sıcak Bölgelerde Ziraat Hayatı, Coğ. Enst. Yayın No: 116, Ed. Fak. Yay. No: 2732, Ed. Fak. Matbaası, İstanbul.
- Kumar NV, Ganesh LS, 1996. A Simulation-based evaluation of the approximate and exact eigenvector methods employed in AHP, *European Journal of Operational Research* 95: 656-662.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society America Journal* 42(3):421-428.
- Mulla DJ, Mc Bratney AB, 2000. Soil spatial variability. *Handbook of Soil Science* CRS Pres., pp. 321-352.
- Olsen SR, Sommers EL, 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. *Methods of Soils Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties*. Editors: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, p. 404-430
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Yıldız H, Ünal E, 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi konsantrasyonları ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 16(2): 187-202.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Yıldız H, Ünal E, 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31(1): 136-148.
- Özyazıcı MA, Özyazıcı G, Dengiz O, 2011. Determination of micronutrients in tea plantations in The Eastern Black Sea Region, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 6(22): 5174-5180.
- Patrono A, 1998. Multi-Criteria analysis and geographic information systems: Analysis of natural areas and ecological distributions. *Multicriteria analysis for land-use management*, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management-Volume: 9, pp: 271-292, AA Dordrecht, The Netherlands.
- Sağlam M, Dengiz O, Saygın F, 2015. Assessment of horizontal and vertical variabilities of soil quality using multivariate statistics and geostatistical methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 46: 1677-1697
- Saaty TL, 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Soil Survey Staff, 1992. *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil Survey Manual*, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Wilding LP, 1985. *Spatial Variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys*. In: *Soil Spatial Variability*, (Eds: Nielsen, D.R. and J. Bouma) Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp: 166-194.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Çanakkale (Eceabat, Akbaş Şehitliği) orman yangınıyla bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin zamansal değişiminin belirlenmesi

Mehmet Parlak \*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki, Çanakkale

### Özet

Özellikle Akdeniz tipi ekosistemlerde yangınların neden olduğu toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin değişmesi arazi bozulmasına neden olan faktörlerden biri olarak düşünülmektedir. Araştırma alanı Güney Marmara Bölgesi'ndeki Çanakkale' nin Akbaş Şehitliği'nde Pinus brutia'nın baskın olduğu Akdeniz ekosisteminde yer almaktadır. Yangından 1 ay, 1 yıl, 2 yıl ve 3 yıl sonra yanan ve yanmayan alanlardan 0-5 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde bünye, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç (CaCO<sub>3</sub>), organik madde ve yarıyışıl element (P, K, Ca ve Mg) analizleri yapılmıştır. Araştırma alanındaki yanan ve yanmayan toprakların kil, silt, kum yüzdeleri farklılık göstermemiştir. Akbaş'taki orman yangınında toprakların agregat stabilitesi ve pH'sı yanmayan alana göre yanan alanda daha yüksek olmasına rağmen istatistik olarak önemli fark bulunmamıştır. Çalışma alanında yanmayan topraklara göre yanan toprakların EC, organik madde, P, K, Ca ve Mg içerikleri artış göstermiştir. Akbaş'taki yanmayan alanlarda CaCO<sub>3</sub> 1.65 kat daha fazla saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak özellikleri, yangın, Akdeniz ormanı

### The determination of temporal changes in the some physical and chemical properties of soil due to forest fire in Canakkale (Eceabat)

### Abstract

The change of the physico-chemical properties of soils caused by fires can be considered as one of the leading factor for land degradation, especially in a Mediterranean type ecosystems. The study sites is located in a Mediterranean ecosystem dominated by Pinus brutia southern Marmara, Turkey (Akbas, Canakkale). Soil samples were collected from the surface layer (0-5 cm depth) of the burnt and unburnt areas, 1 month, 1, 2 and 3 years after the wildfire. Texture, aggregate stability, pH, electrical conductivity (EC), lime (CaCO<sub>3</sub>), organic matter and available element contents (P, K, Ca, and Mg) were analyzed in the soil samples. Differences were not observed in clay, silt and sand contents of burnt and unburnt soils in research site. Although aggregate stability and pH contents of burnt soils were higher than unburnt soils in Akbas, no statistically significant difference was found. EC, organic matter, P, K, Ca, and Mg contents of burnt soils compared to unburnt soils increased. CaCO<sub>3</sub> contents of unburnt sections of Akbas were respectively 1.65 times higher than burnt sections

**Keywords:** Soil properties, wildfire, Mediterranean forest

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Ülkemizde her yıl orman yangınları binlerce hektarlık orman alanını etkileyerek trilyonlarla ifade edilen yangınla mücadele masrafına, can, mal ve kısa süre içerisinde yerine getirilmesi mümkün olmayan değer kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca, artan nüfus sonucu ormanlar üzerinde olan baskı artmakta ve ormanların hızla yok olmasına neden olmaktadır. Ormanların tahribi ve ormansızlaşma ise toprakların erozyon yoluyla kaybedilmesine, flora, fauna ve sahip olduğu genetik potansiyelin yok olmasına, iklim sisteminde değişikliklere (sera etkisi, küresel ısınma) atmosferik kirliliğe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO ve partikül etkisi)

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0286 522 61 04

E-posta : [mehmetparlak06@hotmail.com](mailto:mehmetparlak06@hotmail.com)

Geliş Tarihi : 07 Şubat 2018

Kabul Tarihi : 02 Nisan 2018

e-ISSN : 2146-8141



neden olmakta, su düzeninin bozulması sonucunda çölleşme, sel, heyelan, çamur akışı, siltasyon, çığ ve kuraklık gibi felaketleri de beraber getirmektedir.

Türkiye’de 1988-2007 yılları arasındaki orman yangınlarının çıkış nedenleri dağılımına bakıldığında %58’inin ihmal (piknik ateşi, anız yakımı, sigara vb.), %17.3’ünün bilinmeyen nedenlerden, %14.4’ünün doğal (yıldırım) ve %10.3’ünün kasıtlı olduğu (kundaklama, tarla açma vb.) saptanmıştır (Anonim, 2007). Bu verilerden anlaşılacağı gibi ülkemizdeki orman yangınlarının esas nedenini insan faktörü oluşturmaktadır. Çanakkale ili orman yangınlarına hassaslık bakımından 1. derecede hassas bölge içerisinde yer almaktadır. Çanakkale’de son on yılda yangın başına düşen yanan alan miktarı 16.5 ha’ dır. 2006 yılında Çanakkale’de 49 orman yangını çıkmış ve 45.2 ha orman alanı zarar görmüştür (Anonim, 2009).

Yangının etkisi birçok faktöre göre değişmekle birlikte (vegetasyon tipi, yangın mevsimi, yangını takip eden hava halleri, yangının tekrarlanma derecesi, süresi ve şiddeti), toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, organik ve mineral kaynaklarını ve mikrobiyal popülasyonunu değiştirir (Çepel, 1975). Yangın ekosistemlerde bitki besin maddelerinin serbest kalmasına, bitki besin maddelerinin alınabilirliğinin artmasına veya azalmasına neden olur. Yangın şiddeti, süresi, tekrarlama derecesi topraktaki değişimi yönlendiren esas faktörlerdir. Yangın sonrası bitki besin maddesi içeriği topoğrafya, vegetasyon, ölü örtünün kalınlığı ve toprak tipinden etkilenir. Farklı faktörler arasındaki etkileşim yanmış vejetasyondaki besin elementlerinin serbest kalmasına, besin elementlerinin formunda değişikliklere, besin elementlerinin uçucu halde atmosferik kayıplarına ve erozyonla bitki besin elementlerinin kaybı gibi süreçlere neden olur. Yangın kısa ve uzun dönemde toprak verimliliği ve çevreyi etkileyerek bitki besin maddesi kapsamını da etkiler (Caon ve ark., 2014).

Giovannini ve ark. (1987) Sardinya (İtalya) toprağında yaptıkları kontrollü yangında, yangın öncesi ve sonrası fizikokimyasal toprak özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yangından 3 yıl sonra organik madde ve agregat stabilitesinin yangın öncesi durumuna döndüğünü belirlemişlerdir. Kennard ve Gholz (2001) Bolivya’da tropikal ormanda kontrollü yangınların (şiddetli ve hafif) toprak özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Şiddetli ve hafif yangınların toprak pH’ sı, ekstrakte edilebilir Ca, K, Mg, P istatistik olarak önemli ölçüde artırdığını, hafif yangınların ise organik madde ve toprak fiziksel özelliklerini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Badia ve Marti (2003) yangının şiddetinin artmasıyla 0-15 cm derinlikteki toprakta Mg ve K’un arttığını; Ca’un ise azaldığını saptamışlardır. Pardini ve ark. (2004) İspanya’da Girona ilindeki 5 farklı çevredeki orman yangınlarının toprak özelliklerinde, erozyonda ve besin maddesi kapsamında belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ekinci (2006) Çanakkale’nin Lapseki ilçesindeki yanmış ve yanmamış orman alanlarının bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini saptamıştır. Araştırmacı yanan alanlardaki toprak özelliklerinden elektriksel iletkenlik, alınabilir fosfor ve potasyumun yanmamış alanlardakine göre istatistik olarak önemli farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Kara ve Bolat (2009) karaçam plantasyonundaki yangından 2 ay sonra toprak örnekleri almışlardır. Araştırmacılar yanmamış alanlara göre yanmış alanlarda organik karbon, toplam azot ve elektriksel iletkenlik değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Tavşanoğlu ve Gürkan (2010) kızılçamın (Pinus brutia Ten.) baskın olduğu Marmaris ormanında farklı zamanlarda yanmış 6 alan ve uzun zamandır yanmamış 2 alandaki toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerini saptamışlardır. Araştırılan alanda toprak bünyesinin değişmediğini; yanmamış alanlarda organik maddenin yüksekten yanmış alanlarda birbirine benzer olduğunu saptamışlardır. Değişebilir kanyonlar, elektriksel iletkenlik, pH, CaCO<sub>3</sub> bakımından 3 yıl önce yanmış alan ve diğer alanlar arasında istatistik olarak önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Yıldız ve ark. (2010) Batı Akdeniz Bölgesi’ndeki Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü sahasındaki 5 farklı zamanda yanmış (yanmamış, yeni yanmış, 1 yıllık yanmış, 2 yıllık yanmış ve 8 yıllık yanmış) alanlardaki toprakların C, N, P ve Mg konsantrasyonları bakımından istatistik olarak farklılık gösterdiğini saptamışlardır. Badia ve ark. (2014) kuzeydoğu İspanya’da Aleppo çam ormanındaki Rendzic Phaeozem’deki toprak organik karbonu ve bitki besin maddesi kapsamını cm ölçeğinde araştırmışlardır. Ciddi yangın tarafından etkilenen toprak derinliği yangından bir hafta ve bir yıl sonra araştırılmıştır. Yangından 1 hafta sonra yanmış alanlarda 0-1 cm derinlikte organik karbon önemli ölçüde azalmasına rağmen Ca, Mg, K ve P önemli ölçüde artmıştır. Yangından 1 yıl sonra üst 1 cm derinlikteki toprak organik karbonu yanmış alanlarda ve yanmamış alanlarda aynı düzeyde bulunmuştur. Berber ve ark. (2015) Uludağ’da (Bursa) kestane, doğu kayını ve kızılçamın mevcut olduğu ormandaki yüzey yangınının toprak özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Toprak azotu ve organik maddenin yangından etkilenmediğini, toprak derinliği ve mevsimden etkilendiğini belirtmiştir. Elektriksel iletkenlik derin katmana (15-30 cm) göre yüzeyde (0-15 cm) daha yüksek bulunmuştur. Yangın toprak pH’sında artışa, alınabilir P’ da ise azalışa neden olmuştur. Toprak bünyesi

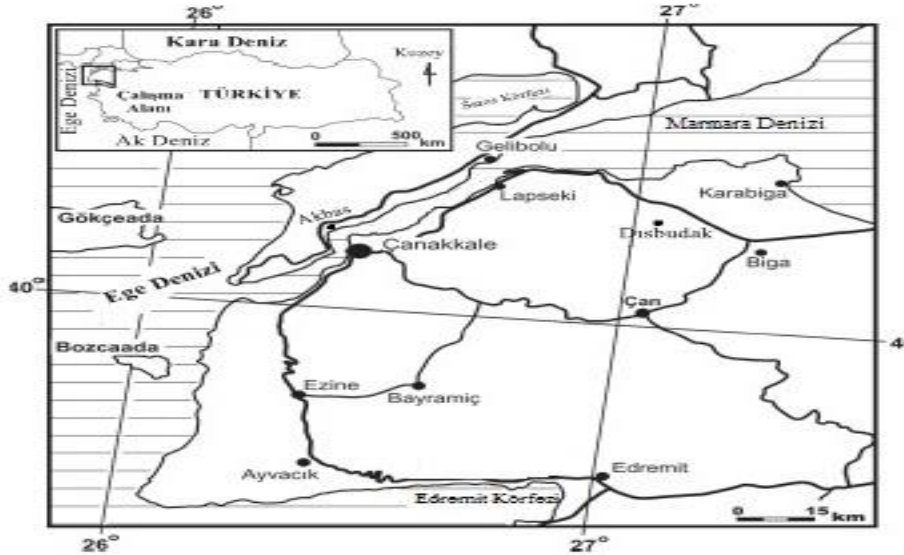
yangından sonra hafif ölçüde değişim göstermiştir. [Mirzaei \(2016\)](#) batı İran' da Zagros dağlarında meşenin baskın olduğu ormanlarda antropojenik (insan kaynaklı) yangınların toprağın çeşitli bileşenlerine etkisini belirlemek için bir araştırma yapmıştır. Bu amaç için birbirine yakın 3 homojen (kontrol, 2 yıl önce yanan ve 8 yıl önce yanan) alan seçilmiştir. Potasyum 8 yıl önce yanan alanda, magnezyum ise 2 yıl önce yanan alanda artış göstermiştir. Yangından sonraki 8 yıl toprak faunası için gerekli koşulları iyileştirmede yeterli bulunmamıştır. [Parlak \(2015\)](#) Çanakkale'nin Bayramiç ilçesindeki Doğançı Köyü'nde yaptığı çalışmada yanmamış ve yanan alanlardaki toprakların kum, kil, elektriksel iletkenlik ve organik madde kapsamalarının istatistik olarak önemli farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Bu araştırmanın amacı Çanakkale'nin Ecebat İlçesi Akbaş Şehitliği'ndeki yanan ve yanmayan orman topraklarının 3 yıl boyunca bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini karşılaştırmaktır.

## Materyal ve Yöntem

### Çalışma alanı

Çanakkale ili, Türkiye'nin kuzey batısında, 40° 09' kuzey boylamı ile 26° 24' batı enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çanakkale tipik Akdeniz iklimine sahiptir ([Türkeş ve ark., 2002](#)). Bölgede uzun dönem ortalama yağış 629 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 14.9 °C dir (Anonim, 2008). Ecebat Akbaş Şehitliği ormanı %20-25 eğime sahip olup, ana materyali kum taşıdır. Toprak Kaynakları Dünya Referans Tabanına (WRB) göre Ecebat toprakları Rendzic Leptosol olarak sınıflandırılmıştır ([Jones ve ark., 2005](#)).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Akbaş)

Ecebat- Akbaş Şehitliğindeki florayı oluşturan en önemli türler *Pinus brutia*, *Olea europae* var. *oleaster*, *Quercus coccifera* ve *Arbutus andrachne*' dir. Ecebat-Akbaş Şehitliğindeki orman yangını 10 Eylül 2006' da enerji nakil hattından çıkmış ve 18 hektarlık alan yangından zarar görmüştür. Bu yangında organik tabaka yanarak yok olmuş, mineral toprak yapısı ve rengi görülebilir şekilde (şiddetli derecede yangın) değişmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ecebat-Akbaş Şehitliği orman yangını (A:1.yıl, B: 3.yıl)

## Toprak örneklerinin alınması

Eceabat-Akbaş Şehitliğindeki toprak örnekleri hem yanmış hem de yanmamış alanlardan (kontrol) alınmıştır. Vejetasyon, yöney, yükseklik ve eğim bakımından benzer örnekleme noktaları seçilmiştir. Her örneklemede yanmış alandan 9, yanmamış alandan ise 9 olmak üzere toplam 18 toprak örneği GPS (coğrafi koordinat belirleme aleti) yardımıyla alınmıştır. Örnekleme rastgele örnekleme sistemine (random sampling) göre yapılmıştır. Toprak örnekleri alınmadan önce artık tabaka (litter) dikkatlice uzaklaştırılmış ve örnekler 0-5 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri 2 mm' lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Örnekleme işlemi yangından sonraki farklı zamanlarda (1.ay, 1.yıl, 2.yıl, 3.yıl) yapılmıştır. Bu araştırma için alınan toprak sayısı 72 adettir (her bir örneklemede 18 tane x 4 farklı zaman x 1 çalışma alanı = 72).

## Toprak analizleri

Toprak örneğinde yapılmış olan analizlerde standart yöntemler kullanılmıştır. Bünye analizi hidrometre metoduna göre yapılarak kum, silt ve kil miktarları belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Agregat stabilitesi mikro agregatlarda (<0.25 mm) Yoder tipi ıslak eleme aletinde (Kemper ve Rosenau, 1986) yapılmıştır. Toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda EC metre aletiyle ölçülmüştür (Richards, 1954). Kireç Nelson (1982) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak tayin edilmiştir. Organik madde Smith ve Weldon metoduna göre Nelson ve Sommers (1982) tarafından bildirildiği şekilde yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Alınabilir fosfor Olsen ve Sommers (1982) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 M sodyum bikarbonat (pH=8.5) ile ekstrakte edilerek ve askorbik asitte renklendirilerek spektrofotometrede standart seri eşliğinde okunmuştur. Alınabilir Ca, Mg ve K ekstrakt çözeltisi olarak 1 N amonyum asetat (pH=7.0) kullanılarak ekstrakta geçen potasyum miktarı alev-fotometrede, Ca ve Mg ise EDTA ile titrimetrik olarak (Thomas, 1982) yapılmıştır.

## İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Minitab istatistik programı (version 16.0 for Windows) kullanılmıştır. Yanan ve yanmayan alanlardaki toprak özelliklerinin karşılaştırılmasında eş yapma t testinden (normal dağılım gösterenlerde) ve Mann-Whitney U testinden (normal dağılım göstermeyenlerde) yararlanılmıştır. Tespit edilen özellikler bakımından normallik ön şartının sağlanıp sağlanmadığının test edilmesinde Shapiro-Wilk testinden, varyansların homojenliğinin test edilmesinde ise Levene testinden yararlanılmıştır. Bulunan ortalamalar arasındaki farkın önemlilik kontrolü Duncan testi ile yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Örnekleme alanı ve örnek alma zamanına bağlı olarak alınan toprak örneklerinin kil, silt, kum, agregat stabilitesi, pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg özelliklerinde t testi ve Mann-Whitney U testi ile yanan ve yanmayan alanlar arasındaki ilişkiler: 1.ayda Akbaş ormanından alınan toprakların silt, EC, CaCO<sub>3</sub>, organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri (p<0.05) yanan ve yanmayan alan arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Aralarında farklılık önemsiz olmakla birlikte yanan alanlarda pH ve agregat stabilitesi daha yüksek; yanmayan alanlarda ise kil ve kum daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (1.ay) (ortalama±standart sapma)\*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi (p)	Mann-Whitney U testi (p)
Kil (%)	12.99±2.90	13.83±3.87	0.5660	
Silt (%)	28.30±2.70	25.09±4.92		0.0114*
Kum(%)	58.70±4.55	61.07±4.42		0.1309
Agregat stabilitesi (%)	49.33±14.46	44.72±17.70		0.6272
pH	7.48±0.07	7.47±0.10		0.5365
EC (dS m <sup>-1</sup> )	1.11±0.22	0.45±0.06		0.0004*
CaCO <sub>3</sub> (%)	10.55±2.33	23.66±5.33		0.0004*
Organik madde (%)	6.76±0.52	4.25±1.59		0.0015*
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	70.00±27.95	15.78±6.76	0.0000*	
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	502.33±140.70	262.20±75.90		0.0008*
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	7198.10±993.60	5108.2±667.90		0.0004*
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	649.33±121.80	350.22±61.12		0.0004*

\* p < 0.05

1.yılda Akbaş orman yangınında yanan ve yanmayan alandan alınan toprak örneklerinde silt, kum, EC, CaCO<sub>3</sub>, organik madde, alınabilir P, K, Ca, Mg yönünden p<0.05 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu özelliklerden EC, organik madde, alınabilir P, alınabilir K, alınabilir Ca ve Mg değerleri yanan alanda yanmayan alana göre daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Aralarındaki farklılığın önemli olmamasına karşılık toprakların agregat stabilitesi ve pH değerleri yanan alanda daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (1.yıl) (ortalama±standart sapma)\*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	12.09±3.56	15.68±3.41		0.5660
Silt (%)	26.94±4.16	31.49±4.21		0.0423*
Kum (%)	60.97±5.95	56.15±4.72		0.0341*
Agregat stabilitesi (%)	56.92±17.46	42.00±14.29	0.0660	
pH	7.41±0.07	7.39±0.03		1.0000
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.90±0.17	0.56±0.15		0.0031*
CaCO <sub>3</sub> (%)	14.26±3.36	19.19±1.33		0.0017*
Organik madde (%)	6.22±1.02	5.09±1.06		0.0273*
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	40.33±23.90	21.33±10.30		0.0490*
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	359.10±143.00	261.80±48.00		0.0305*
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	6604.00±822.00	5108.00±668.00		0.0020*
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	511.00±117.90	351.89±62.48		0.0104*

\* p < 0.05

2. yılda yanan ve yanmayan alandan alınan toprak örneklerinin EC, CaCO<sub>3</sub>, organik madde, alınabilir P, K, Ca, Mg arasındaki farklılık p<0.05 düzeyinde önemli olurken diğer toprak özellikleri arasında önemli fark bulunmamıştır (Tablo 3). İstatistik olarak önemsiz çıkan toprak özelliklerinden %kum değeri yanmayan alanda daha yüksek iken kil, silt, agregat stabilitesi ve pH yanan alanda daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (2.yıl) (ortalama±standart sapma)\*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	14.12±2.71	12.85±3.06		0.3772
Silt (%)	27.02±2.07	25.90±4.09		0.3099
Kum (%)	59.85±3.48	61.24±3.73		0.5962
Agregat stabilitesi (%)	55.64±14.14	48.25±4.27		0.5962
pH	7.52±0.08	7.39±0.22		0.1223
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.80±0.10	0.52±0.15		0.0036*
CaCO <sub>3</sub> (%)	13.77±3.54	19.81±4.68		0.0092*
Organik madde (%)	5.82±0.49	5.12±0.41		0.0081*
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	29.89±7.39	32.22±16.02		0.0480*
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	221.56±37.81	295.78±40.91		0.0020*
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	6617.10±570.10	5628.60±898.70		0.0341*
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	486.44±75.84	362.00±28.64		0.0027*

\* p < 0.05

3. yılda Akbaş' taki yanan ve yanmayan alandan alınan toprakların silt, EC, CaCO<sub>3</sub>, organik madde ve alınabilir P, Mg bakımından p<0.05 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu özelliklerden EC ve silt dışındakilerde yanmayan alandakiler daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Önemsiz olmakla birlikte yanmayan alandan alınan toprakların %kil, %kum ve K içerikleri yanan alandan alınan topraklardan daha yüksek belirlenmiştir (Tablo 4).

Araştırma alanındaki toprakların kil, silt ve kum miktarları üzerine örnekleme alanı, zaman ve örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 5). Yangın toprak strüktürü, tekstür, porozite, infiltrasyon oranı ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikleri değiştirebilir. Yangının toprak fiziksel özelliklerini değiştirmesi yangın yoğunluğu, yangın şiddeti ve yangının görülme sıklığına bağlıdır. Genellikle yangınların çoğu yeterli toprak sıcaklığında olmadığı için fiziksel özelliklerde önemli değişiklik yapmazlar.

Agregat stabilitesi toprak kalitesini yansıtan parametrelerden birisidir ve fiziksel, kimyasal ile biyolojik toprak özellikleri ile yakından ilişkilidir. Toprakların agregat stabilitesi değerleri üzerine örnekleme alanı, zaman ile örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistik olarak önemli fark meydana getirmemiştir (Çizelge 5). Yanan alanlarda agregat stabilitesi %52.86, yanmayan alanlarda ise %46.12 olarak belirlenmiştir. Agregat stabilitesi yangını etkileyen organik madde kapsamı, toprak mikrobiyolojisi, su iticiliği ve toprak

mineralojisi gibi özelliklerle ilişkili olduğu için yangınların agregat stabilitesine etkisi karmaşıktır. Bazı araştırmacılar yüksek şiddetteki orman yangını sonrası agregat stabilitesinin azaldığını, bazıları da arttığını saptamışlardır (Mataix-Solera ve ark., 2011). Parlak (2012) toprağı ısıtmanın, Llovet ve ark. (2009) ise yangının agregat stabilitesini önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Campo ve ark. (2008) yüksek şiddetteki yangından 1 yıl sonra toprakların ortalama tane çapının azaldığını saptamışlardır. Akdeniz orman topraklarında vejetasyon organik maddenin fazlalaşmasıyla birlikte genellikle makro agregat stabilitesinin ve agregat büyüklüğünün artmasına katkıda bulunur.

Tablo 4. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (3.yıl) (ortalama±standart sapma)\*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	14.74±2.53	15.72±3.42		0.6588
Silt (%)	30.64±4.94	25.71±4.36		0.0380*
Kum (%)	54.61±5.49	58.56±6.12		0.1223
Agregat stabilitesi (%)	49.58±16.56	49.53±9.13		0.6911
pH	7.54±0.04	7.51±0.04		0.1711
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.65±0.17	0.47±0.03		0.0041*
CaCO <sub>3</sub> (%)	11.99±5.76	20.53±2.47		0.0104*
Organik madde (%)	4.05±1.13	5.35±1.28		0.0423*
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	16.00±4.21	18.00±3.32		0.0488*
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	235.89±103.90	268.89±72.17		0.3314
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	5443.66±513.60	5026.80±753.30		0.2164
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	342.33±48.75	266.56±72.98		0.0217*

\* p &lt; 0.05

Tablo 5. Akbaş Şehitliğindeki yanan ve yanmayan orman toprağının bazı fiziksel özellikleri (ortalama±standart sapma)\*

	1.Ay	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	Ortalama
<b>Kil (%)</b>					
Yanan	12.99±2.90	12.09±3.56	14.12±2.71	14.74±2.53	13.48
Yanmayan	13.83±3.87	15.68±3.41	12.85±3.06	15.72±3.42	14.52
Ortalama	13.42	13.88	13.48	15.23	
p	Uygulama=0.175 Zaman=0.300 Uy.xZa.=0.171				
<b>Silt (%)</b>					
Yanan	28.30±2.70	26.94±4.16	27.02±2.07	30.64±2.94	28.23
Yanmayan	25.09±4.92	31.49±4.21	25.90±4.09	25.71±4.36	27.05
Ortalama	26.69	29.92	26.46	28.17	
p	Uygulama=0.221 Zaman=0.147 Uy.xZa.=0.095				
<b>Kum (%)</b>					
Yanan	58.70± 4.55	60.97±5.95	59.85±3.48	54.61±5.49	58.53
Yanmayan	61.07±4.42	56.15±4.72	61.24±3.73	58.56±6.12	59.25
Ortalama	59.89	58.56	60.54	56.58	
p	Uygulama=0.532 Zaman=0.086 Uy.xZa.=0.059				
<b>Agregat stabilitesi (%)</b>					
Yanan	49.33±14.46	56.92±17.46	55.64±14.14	49.58±16.56	52.86
Yanmayan	44.72±17.70	42.00±14.29	48.25±4.27	49.53±9.31	46.12
Ortalama	47.02	49.45	51.94	49.55	
p	Uygulama=0.0512 Zaman=0.782 Uy.xZa.=0.462				

\* p &lt; 0.05

Araştırmada bazı kimyasal toprak özelliklerinde örnekleme zamanına göre meydana gelen değişimler Tablo 6' da verilmiştir. Tablo 6' da görüldüğü gibi, incelenen kimyasal toprak özelliklerinde uygulama, zaman ve uygulamaxzaman etkileşimi istatistik olarak önemli farklar meydana getirmiştir. Yanan alandan 4 farklı zamanda alınan toprak örneklerinin pH ve EC değerleri yanmayan alanlardan daha yüksek çıkmış, pH değeri zamana bağlı olarak artarken (1. ayda 7.48 iken 3.yılda 7.53), EC değeri yanan alanlarda 1. aydaki örnekleme zamanında en yüksek çıkmıştır (1.11 dS m<sup>-1</sup>). Bunun nedeni organik maddenin yanmasının ardından oluşan

külün inorganik formda  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  ve  $K^{+}$  içermesi ve bu elementlerin pH ile EC değerlerini yükseltmesidir (Iglesias ve ark., 1997; Kara ve Bolat, 2009). Ulery ve ark. (1993) yanan toprakların yüzey horizonlarındaki yüksek pH değerlerinin oksitler, hidroksitler ile K ve Na karbonatların oluşumundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. EC değeri bir süre sonra absorpsiyon, yıkanma ve erozyon nedeniyle azalmıştır.

Toprakların kireç ve organik madde kapsamaları üzerine, örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Tablo 6). 4 farklı dönemde yanan alanlardan alınan toprak örneklerindeki kireç kapsamı yanmayan alanlara göre düşük çıkmıştır. Bunun nedeni karbonatların  $CO_2$  şeklindeki kaybıdır. Yanmayan alanlarda 1. ayda alınan toprak örneklerinde %23.66 ile en yüksek kireç içeriği elde edilmiştir. Toprak organik maddesi ise, yanan topraklarda daha yüksek olup, bu alanda 1. ayda alınan toprak örneklerinde %6.76 ile en yüksek bulunmuştur. Orman yangınları toprak organik maddesinin volatilizasyon ile kaybına neden olmaktadır. Yangının neden olduğu sıcaklık artışı ile organik karbon topraktan karbondioksit ya da metan olarak uzaklaşır ve atmosfere geçer (Bauhus ve ark., 1993; Arocena ve Opio 2003; Martin ve ark., 2012). Toprak organik karbonunun artışı kömür oluşumu, külün toprağa dahil olması, kısmen yanan odunsu parçaların ayrışması ve vejetasyonun iyileşmesiyle ilişkilidir (Caon ve ark., 2014).

Tablo 6. Akbaş Şehitliğindeki yanan ve yanmayan orman toprağının bazı kimyasal özellikleri (ortalama±standart sapma)\*

	1.Ay	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	Ortalama
<b>pH</b>					
Yanan	7.48±0.07	7.41±0.07	7.52±0.08	7.54±0.04	7.49
Yanmayan	7.47±0.10	7.39±0.03	7.39±0.22	7.51±0.04	7.44
Ortalama	7.48 <b>AB</b>	7.40 <b>C</b>	7.45 <b>BC</b>	7.53 <b>A</b>	
p	Uygulama=0.073 Zaman=0.004* Uy.xZa.=0.223				
<b>EC (dS m<sup>-1</sup>)</b>					
Yanan	1.11±0.22 <b>a</b>	0.90±0.17 <b>a</b>	0.80±0.10 <b>a</b>	0.65±0.17 <b>a</b>	0.86 <b>A</b>
Yanmayan	0.45±0.06 <b>b</b>	0.56±0.15 <b>b</b>	0.52±0.15 <b>b</b>	0.47±0.03 <b>b</b>	0.50 <b>B</b>
Ortalama	0.78 <b>A</b>	0.73 <b>AB</b>	0.66 <b>B</b>	0.56 <b>C</b>	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>					
Yanan	10.55±2.33 <b>b</b>	14.26±3.36 <b>b</b>	13.77±3.54 <b>b</b>	11.99±5.76 <b>b</b>	12.64 <b>B</b>
Yanmayan	23.66±5.33 <b>a</b>	19.19±1.33 <b>a</b>	19.81±4.68 <b>a</b>	20.53±2.47 <b>a</b>	20.80 <b>A</b>
Ortalama	17.11	16.73	16.79	16.26	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.931 Uy.xZa.=0.012*				
<b>Organik madde (%)</b>					
Yanan	6.76±0.52 <b>a</b>	6.22±1.02 <b>a</b>	5.82±0.49 <b>a</b>	4.05±1.13 <b>b</b>	5.71 <b>A</b>
Yanmayan	4.25±1.59 <b>b</b>	5.09±1.06 <b>b</b>	5.12±0.41 <b>b</b>	5.35±1.28 <b>a</b>	4.95 <b>B</b>
Ortalama	5.50 <b>A</b>	5.65 <b>A</b>	5.47 <b>A</b>	4.70 <b>B</b>	
p	Uygulama=0.002* Zaman=0.0031* Uy.xZa.=0.000*				
<b>Alınabilir P (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Yanan	70.00±27.95 <b>a</b>	40.33±23.9a	29.89±7.39 <b>b</b>	16.00±4.21 <b>b</b>	39.05 <b>A</b>
Yanmayan	15.78±6.76 <b>b</b>	21.33±10.3b	32.22±16.02 <b>a</b>	18.00±3.32 <b>a</b>	21.83 <b>B</b>
Ortalama	42.88 <b>A</b>	30.83 <b>B</b>	31.05 <b>B</b>	17.00 <b>C</b>	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
<b>Alınabilir K (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Yanan	502.33±140.7 <b>a</b>	359.1±143 <b>a</b>	221.56±37.81 <b>b</b>	235.89±103.90 <b>b</b>	329.72 <b>A</b>
Yanmayan	262.2±75.9 <b>b</b>	261.8±48 <b>b</b>	295.78±40.91 <b>a</b>	268.89±72.17 <b>a</b>	272.17 <b>B</b>
Ortalama	382.28 <b>A</b>	310.44 <b>B</b>	258.67 <b>B</b>	252.39 <b>B</b>	
p	Uygulama=0.010* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
<b>Alınabilir Ca (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Yanan	7198.1±993.6 <b>a</b>	6604±822 <b>a</b>	6617.1±570.1 <b>a</b>	5443.6±513.6 <b>a</b>	6465.7 <b>A</b>
Yanmayan	5108.2±667.9 <b>b</b>	5108±668 <b>b</b>	5628.6±898.7 <b>b</b>	5026.8±753.3 <b>b</b>	5215.3 <b>B</b>
Ortalama	6147.9 <b>A</b>	5856.2 <b>A</b>	6122.8 <b>A</b>	5235.2 <b>B</b>	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.002* Uy.xZa.=0.011*				
<b>Alınabilir Mg(mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Yanan	649.33±121.80 <b>a</b>	511±117.9 <b>a</b>	486.44±75.84 <b>a</b>	342.33±48.75 <b>a</b>	497.27 <b>A</b>
Yanmayan	350.22±61.12 <b>b</b>	351.8±62.4b	362.00±28.64 <b>b</b>	266.56±72.98 <b>b</b>	332.66 <b>B</b>
Ortalama	499.78 <b>A</b>	431.44 <b>B</b>	424.22 <b>B</b>	304.44 <b>C</b>	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.000* Uy.xZa.=0.000*				

\* p < 0.05

Toprakların alınabilir fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) değerleri örnekleme alanı ve zamanın etkileşimine bağlı olarak değişmiş, bu değişim istatistiki olarak ( $p < 0.05$  düzeyinde) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Tablo 6). Toprakların bu element içerikleri yanan topraklarda 1. aydaki örnekleme zamanında en yüksek çıkmış, buna göre  $70 \text{ mg kg}^{-1}$  P,  $502.33 \text{ mg kg}^{-1}$  K,  $7198.1 \text{ mg kg}^{-1}$  Ca ve  $649.33 \text{ mg kg}^{-1}$  Mg olarak belirlenmiştir. Yanmış ve yanmamış toprakların P kapsamı 2. ve 3. yılda istatistiki olarak farklılık göstermiş, K kapsamı ise 1.20 kat artış göstermiştir. [Pardini ve ark. \(2004\)](#) yüksek intensitedeki yangından 6 ay sonra meşe ağaçları altındaki 0-10 cm derinlikteki toprakta alınabilir P kapsamının arttığını bildirmişlerdir. [Badia ve Marti \(2003\)](#) yangından sonra alınan toprak örneklerinde alınabilir P kapsamında önemli artış görüldüğünü saptamışlardır. A horizonundaki P artışının nedenleri alınabilir fosforun hızlıca mineral fosfora dönüşmesi ile apatit gibi çözünemeyen fosfor formlarından kaynaklanmaktadır ([Kutiel ve Shaviv, 1992](#)). Toprak fosfor kapsamındaki değişim genellikle yangın sırasındaki toprak sıcaklığına göre değişir ve yanan topraklarda artma eğilimindedir ([Parlak, 2012; Marcos ve ark. 2007](#)). Yanan topraktaki fosfor artışı iki etkenle ilişkilidir: 1) Külde fosfor kapsamının artması 2) Isınma nedeniyle organik fosforun mineralizasyonu. Yakma organik fosforu bitkilere yararlı formda olan ortafosfata dönüştürür ([Badia ve ark., 2014; Marcos ve ark., 2007](#)). Yangının fosfor yayırlılığı bakımından olumlu etkisi aylar ile yıllar aralığında değişebilir ([Certini, 2005](#)). Yanmamış alana göre yanmış alandaki potasyumun arttığı sonucu [Ekinçi \(2006\)](#) tarafından da bulunmuştur.

Toprakların Ca kapsamı, yanan alanlarda zamana göre gittikçe azalırken, yanmamış alanlarda istatistiki olarak aynı grupta bulunmalarına rağmen rakamsal olarak artmıştır. Mg içeriği ise yanmış ve yanmamış alanlardaki 4 örnekleme zamanında da azalma göstermiştir (Tablo 6). [Norouzi ve Ramezanzpour \(2013\)](#) İran'daki çam ormanlarında yaptıkları araştırmada yangının K, Ca, Mg ve alınabilir P kapsamını artırdığını bildirmişlerdir. A ve O horizonundaki katyon ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) kayıpları yangından sonra toprak yüzeyinde biriken külün kaybına neden olan erozyon süreciyle ilişkilidir. Topraktaki katyonlar yüksek volatilizasyon sıcaklıkları nedeniyle kaybolmazlar, fakat yüzey akış ve erozyonla kaybolurlar ([Caon ve ark. 2014](#)). [Tomkins ve ark. \(1991\)](#) okalıptüs ormanında yangından sonra yüzey toprağındaki K, Mg konsantrasyonlarının değişimlerinin 6 ay kadar sürdüğünü, Ca konsantrasyonunun ise 2 yıldan sonra normal hale döndüğünü belirtmişlerdir.

## Sonuç

Akbaş Şehitliği'ndeki şiddetli orman yangını yanmış ve yanmamış alanlardaki toprakların bünyesi, agregat stabilitesi ve pH'sı bakımından farklılık oluşturmamıştır. Yanmış alanda bazı katyonların (K, Ca ve Mg) artması sonucu elektriksel iletkenlik artış göstermiştir. Akbaş' ta yanan ve yanmayan topraklar arasında elektriksel iletkenlik,  $\text{CaCO}_3$ , organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg bakımından istatistik olarak fark saptanmıştır.

Yangının toprak özelliklerine etkisinin zamana bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Yangının etkisi zamanla beraber yangının şiddetine, yangının süresine, yangın sıcaklığına, toprak tipine ve vejetasyona göre değişebilir. Yangın toprak verimliliğini geçici olarak iyileştirir. Fakat organik madde zamanla yok olacağından eğimin de etkisiyle toprak erozyonu hızlanır, su kaynaklarında kirlenme, sediment birikimi başlar ve böylece orman ekosistemlerinde bozulma hızlanır.

Orman ekosistemlerinde yangının etkisini azaltmak için toprak stabilizasyon ve rehabilitasyon yöntemlerine başvurulmalıdır. Akbaş'taki araştırma alanında eğimin fazla olması nedeniyle yangından sonra toprağına sentetik polimer püskürtülmeli, tohumlama ve malçlama yapılmalı, yangına dayanıklı olan ağaç türleri yetiştirilmelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: 2011/119.

## Kaynaklar

- Anonim, 2007. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri. Yayın no: 371, 59s.
- Anonim, 2008. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çanakkale İklim Verileri (yayınlanmamış).
- Anonim, 2009. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü Orman İşletme Şeflikleri Amenajman Planlaması, Çanakkale.
- Arocena JM, Opio C, 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma* 113(1-2): 1-16.
- Badia D, Marti C, 2003. Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils. *Arid Land Research and Management* 17(1): 23-41.

- Badia D, Marti C, Aguirre AJ, Aznar JM, Gonzalez-Perez JA, Rosa JMDL, Leon J, Ibarra P, Echeverria T, 2014. Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: Changes at cm-scale topsoil. *Catena* 113: 267-275.
- Bauhus J, Khanna PK, Raison RJ, 1993. The effect of fire on carbon and nitrogen mineralization and nitrification in an Australian forest soil. *Australian Journal of Soil Research* 31(5): 621-639.
- Berber AS, Tavşanoğlu Ç, Turgay OC, 2015. Effects of surface fire on soil properties in a mixed chestnut-beech-pine forest in Turkey. *Flamma* 6(2): 78-80.
- Campo J, Gimeno-García E, Andreu V, Gonzalez-Pelayo O, Rubio JL, 2008. Aggregation of under canopy and bare soils in a Mediterranean environment affected by different fire intensities. *Catena* 74(3): 212-218.
- Caon L, Vallejo VR, Ritsema CJ, Geissen V, 2014. Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews* 139: 47-58.
- Certini G, 2005. Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia* 143(1): 1-10.
- Çepel N, 1975. Orman yangınlarının mikroklima ve toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 25(1): 71-93.
- Ekinci H, 2006. Effect of forest fire on some physical, chemical and biological properties of soil in Çanakkale, Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology* 8(1): 102-106.
- Gee GW, Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 383-412.
- Giovannini G, Lucchesi S, Giachetti M, 1987. The natural evolution of a burned soil: A three-year investigation. *Soil Science* 143(3): 220-226.
- Iglesias T, Cala V, Gonzales J, 1997. Mineralogical and chemical modifications in soils affected by a forest fire in the Mediterranean area. *Science of The Total Environment* 204(1): 89-96.
- Jones A, Montanarella L, Jones R, 2005. Soil Atlas of Europe. European Soil Bureau Network. European Commission, 128 p.
- Kara O, Bolat I, 2009. Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in black pine plantation in Turkey. *Ecological Indicators* 9(6): 1151-1155.
- Kemper WD, Rosenau RC, 1986. Aggregate stability and size distribution. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 425-442.
- Kennard DK, Gholz HL, 2001. Effects of high- and low-intensity fires on soil properties and plant growth in a Bolivian dry forest. *Plant and Soil* 234(1): 119-129.
- Kutiél P, Shaviv A, 1992. Effects of soil type, plant composition and leaching on soil nutrients following a simulated forest-fire. *Forest Ecology and Management* 53(1-4): 329-343.
- Llovet J, Ruiz-Valera M, Josa R, Vallejo VR, 2009. Soil responses to fire in Mediterranean forest landscapes in relation to previous stage of land abandonment. *International Journal of Wildland Fire* 18: 222-232.
- Marcos E, Tarrega R, Luis E, 2007. Changes in a Humic Cambisol heated (100-500 °C) under laboratory conditions: The significance of heating time. *Geoderma* 138(3-4): 237-243.
- Martin A, Diaz-Ravin M, Carballas T, 2012. Short and medium term evolution of soil properties in Atlantic forest ecosystems affected by wildfires. *Land Degradation and Development* 23: 427-439.
- Mataix-Solera J, Cerda A, Arcenegui V, Jordan A, Zavala LM, 2011. Fire effects on soil aggregation: A review. *Earth-Science Reviews* 109(1-2): 44-60.
- Mirzaei J, 2016. Impacts of two spatially and temporally isolated anthropogenic fire events on soils of oak-dominated Zagros forests of Iran. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 40: 109-119.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (eds: Page, AL, Miller RH, Keeney, DR), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 539-580.
- Nelson RE, 1982. Carbonate and gypsum. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR). ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 181-198.
- Norouzi M, Ramezani H, 2013. Effect of fire on soil nutrient availability in forestes of Gulian, North of Iran. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 8(1): 157-170.
- Olsen SR, Sommers LE, 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties* (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR), Agronomy Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 403-430.
- Pardini G, Gispert M, Dunjo G, 2004. Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different Mediterranean environments in NE Spain. *Science of The Total Environment* 328(1-3): 237-246.
- Parlak M, 2012. Effect of heating on some physical, chemical and mineralogical aspects of forest soil. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 13(19): 143-152.
- Parlak M, 2015. Effects of wildfire on runoff and soil erosion in the Southeastern Marmara Region, Turkey. *Ekoloji* 24(94): 43-48.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory Staff, USDA. Handbook 60, Washington 25, D.C. 160 p.
- Tavşanoğlu Ç, Gürkan B, 2010. Physical and chemical properties of the soils at burned and unburned Pinus brutia Ten. forest sites in the Marmaris Region, Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 38 (1): 71-76.



- 
- Thomas GW, 1982. Exchangeable cations. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR), Agronomy Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp.159-166.
- Tomkins IB, Kellas JD, Tolhurst KG, Oswin DA, 1991. Effects of fire intensity on soil chemistry in a eucalypt (*Eucalyptus* sp.) forest. *Australian Journal of Soil Research* 29(1): 25-47.
- Türkeş M, Sümer UM, Demir İ, 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology* 22: 947-977.
- Ulery AL, Graham RC, Amrhein C, 1993. Wood-ash composition and soil pH following intense burning. *Soil Science* 156(5): 358-364.
- Yıldız O, Esen D, Sargıncı M, Toprak B, 2010. Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) ecosystems. *Journal of Environmental Biology* 31(1-2): 11-13.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Burdur ili tahıl yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi

Ahmet Doğan, İbrahim Erdal \*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Besleme Bölümü, Isparta

### Özet

Araştırmada, Burdur ili tahıl topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla yöreyi temsilen 97 toprak örneği alınmış ve toprakların pH, EC, kireç, bünye, organik madde analizleri ve bitkiye yararlı besin elementi analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, topraklarının %80'inin tın, kil ve killi-tınlı olduğu görülmüştür. Toprakların tamamında tuzluluk sorunu bulunmamakta olup, büyük çoğunluğunun kireç içeriklerinin yüksek, hafif alkali reaksiyonlu ve organik madde bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Tahıl topraklarının genelinde makro elementler ve bakırın yeterli olduğu, buna karşılık % 40'ında demir % 89'unda mangan ve % 56'sında çinkonun noksan olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Burdur, tahıl toprakları, toprak analizleri, verimlilik.

### Determination of nutritional status of cereal soils in Burdur district

### Abstract

In this study, it was aimed to determine the fertility status of cereal soils in Burdur district by means of soil analysis. For this purpose, 97 soils were taken from the different district of Burdur region. In the soil samples, pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, texture and organic matter and available nutrient contents were analyzed. According to the results, it was seen that 80% of the soils is loamy, clay and clayey-loamy. All soils are low in EC, 11% of the soils are neutral and 89% of the soil is moderate alkaline. 6% of the soil is limely, 47% has moderate lime, 12% of the soil has high lime, 35% of the soil has quite high lime content. 15% of the soil contains very low organic matter, 55% of the soil contains low, 26% of the soil contains moderate and 4% of the soil contains sufficient and high organic matter content. If an evaluation was made in terms of available nutrient concentrations, it was seen that 3% of the soil had lower, 59% of the soil had sufficient and 35% of the soil had high, 3% of the soil contains very high phosphorus. Only 7% of the soils deficient in terms of available K and 93 % of the soil are sufficient. There is no calcium, magnesium and copper deficiency in the soils. 40%, 56% and 89% of the soils have iron, zinc and manganese deficiency, respectively.

**Keywords:** Burdur, cereal soil, soil analysis, fertility.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Yapılan bu çalışmada, Burdur ili merkez ve ilçelerinde tahıl yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementleri ve beslenme durumlarının belirlenmesinde sıklıkla başvurulan yöntemlerden birisi toprak analizleridir. Yapılan toprak analizleri sonucu ve verilerine göre bitkiye uygulanacak gübreleme programları belirlenmektedir. Bitkiler tarafından alınabilir besin elementlerinin belirlenmesinde kullanılan toprak analizlerindeki temel amaç, o toprakta yetiştirilecek olan bitkilerin kökleriyle alabilecekleri besin elementini, çeşitli çözücülerle çözeltiyeye almaktır. Başarılı bir gübreleme için, bitkilerin ihtiyaç duydukları bitki besin maddesi miktarları ile toprakların besin maddesi sağlama kapasitelerinin çok iyi bir şekilde belirlenmiş olması gereklidir (Erdal ve Boydak, 2011).

Bilinçsiz ve yanlış kullanımlar sonucunda azalan tarım topraklarında, birim alandan maksimum verim almak zorunluluk haline gelmiştir (Hermanson ve ark., 2000). Birim alandan maksimum verim alabilmek, toprak

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0246 211 85 91

E-posta : [ibrahimerdal@sdu.edu.tr](mailto:ibrahimerdal@sdu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 07 Şubat 2018

Kabul Tarihi : 02 Nisan 2018

e-ISSN : 2146-8141

analizleri neticesinde belirlenen gübreleme programı ve uygulanacak gübrenin yeter miktarda ve dengeli bir şekilde verilmesiyle mümkün olabilmektedir. Toprağın durumu ne olursa olsun, bitkiye gerekli besin maddelerinin, yetiştirilecek bitki de göz önüne alınarak ölçülü bir şekilde verilmesi tavsiye edilmektedir. Zira yapılan çalışmalar göstermiştir ki besin elementince fakir bir toprağa ihtiyaç üzerinde gübre verilince alınan verim, zengin bir toprağa bitki ihtiyacı kadar gübre verilince alınan verimden azdır. Bu bilgilerden yola çıkarak, birçok araştırmacı toprak analizlerini, verimlilik ve kalitenin artırılması amacıyla değerlendirerek sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadırlar (Canözer ve ark., 1984; Kızılgöz ve ark., 1998; Başar, 2001; Tarakçıoğlu ve ark., 2003; Başaran ve Okant, 2005; Çimrin ve Boysan, 2006; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Turan ve ark., 2010).

Manisa Alaşehir üzüm bahçelerinde yapılan bir çalışmada toprakların %70'i tın bünyeye sahip, %70'i hafif alkali, %30'u kuvvetli alkali, %60'ı kireçli olup, tuz yönünden sınırlayıcı olan örneklerin tamamı OM yetersizdir. Alınabilir potasyumun %50'si orta düzeyde, alınabilir magnezyumun %50'si yüksek ve alınabilir kalsiyumun %50'si yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Alınan örneklerde çinko tamamında düşük, %20'sinde demir yeterli, mangan ve bakır örneklerin tamamında yeterli düzeydedir (Kuşutan ve ark., 2017). Antalya ili ve bazı ilçelerinde domates üretiminin yoğun olarak yapıldığı Antalya merkez, Kumluca, Serik ve Gazipaşa ilçelerinde yürütülen çalışmada 50 farklı seradan toprak örnekleri alınmış ve bor düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan toprak analizleri sonucuna göre seraların %62'sinde yeterli düzeyde bor belirlenmiş, toprak B içeriği meyvedeki Ca, yapraktaki Mn ve Zn ile negatif, topraktaki Mg ile pozitif ilişkiler vermiştir (Demir ve Erdal, 2016). Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada genel olarak toprakların killi tın, tın, kumlu killi tın ve kumlu tın bünyeye sahip, yaklaşık %55'inin nötr reaksiyonlu, %59'unun az kireçli ve tuzluluk probleminin olmadığı belirlenmiştir. Örneklerin genelinde yeterli düzeyde OM ve toplam N içeren toprakların, yaklaşık %59'unda alınabilir P, %40'ında ekstrakte edilebilir K yetersiz bulunmuştur. İncelenen toprakların yaklaşık %16'sında Mn yetersizliği görülürken, Fe, Cu ve Zn besin elementlerinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır (Özyazıcı ve ark., 2013). Bursa ilinde toprakların verimlilik durumlarının belirlendiği bir başka çalışmada toprakların yaklaşık %43'ünde OM, %46'sında azot, %10'unda fosfor ve %20'sinde kükürt, yaklaşık %43'ünde çinko ve %90'ında mangan bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık toprakların %23'ünde potasyum, %43'ünde kalsiyum, %73'ünde magnezyum, %50'sinde bitkiye yararlı fosfor, %90'ında demir ve örneklerin tamamında bakırın yeter düzeyde olduğu bulunmuştur (Turan ve ark., 2010). Yine Van'da bağ topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesinde yapılan bir başka çalışmada, bağ topraklarının %60'ının kumlu-killi-tın bünyeli olduğu, tümünde tuz sorununun olmadığı, %60'ının OM içeriğinin düşük, %40'ının az kireçli, %50'sinin orta düzeyde kireçli olduğu, %60'ının toplam N yönünden %40'ının yararlı P yönünden fakir olduğu ve %50'sinde alınabilir Zn yönünden noksan bulunduğu saptanmıştır. Buna karşılık K, Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu oranlarının tüm örnekler için yeterli düzeyde olduğunu tespit edilmiştir (Tüfenkçi ve ark., 2009).

Araştırmada, Burdur yöresinde tahıl yetiştiriciliği yapılan topraklarının verimlilik durumlarının bazı fiziksel ve kimyasal toprak analizleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

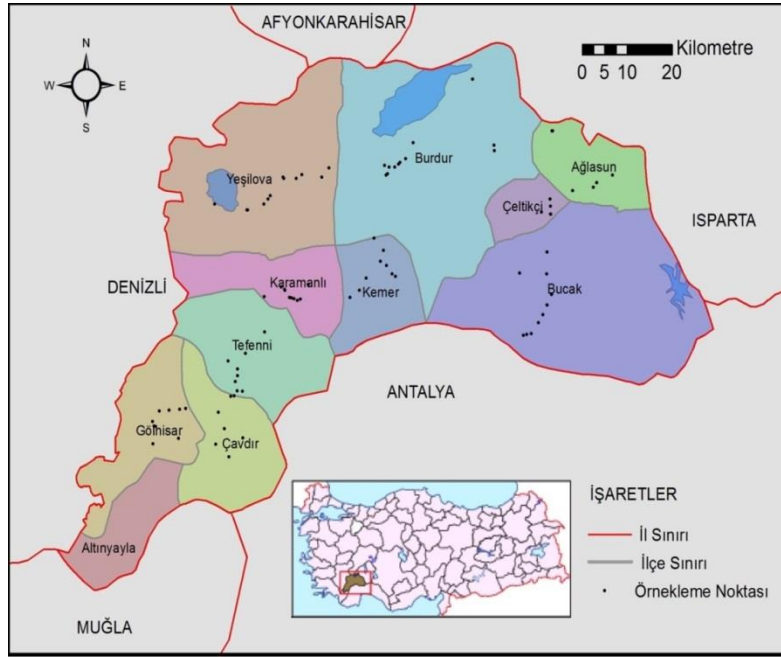
## Materyal ve Yöntem

### Toprak örneklerinin alınması

Burdur yöresi tahıl tarımı yapılan toprakları temsilen Çavdır'dan 5, Ağlasun ve Çeltikçi'den 8, Kemer'den 9, Gölhisar, Karamanlı ve Tefenni'den 10, Bucak ve Yeşilova'dan 12 ve Burdur merkezden 13 olmak üzere toplamda 97 farklı araziden araziye temsil edecek şekilde 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Bu topraklar plastik bir leğende iyice karıştırılıp taş vb. materyaller ayıklanmış ve her araziye temsilen bir örnek haline getirilmiştir. Topraklar plastik poşetlere alınarak etiketlenmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler kurutulmuş, kesikleri ezilmiş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek saklama kaplarına alınmıştır.

### Analiz yöntemleri

Toprak örneklerinin pH'sı 1:25 oranında saf su ile sulandırılıp pH metre ile (Kacar, 1995), EC 1:25 oranında saf su ile sulandırılıp kondüktivimetre ile ölçülmüştür (Richards, 1954). Toprak örneklerinin bünyeleri Bouyoucos (1951) hidrometre yöntemi esasına göre belirlenip, bünye sınıfları Soil Survey Manual (1951)'e göre değerlendirilmiştir. Kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Kacar, 1995). Organik madde (OM) Walkley-Black metoduna göre (Walkley ve Black, 1934), alınabilir P, Olsen metoduna göre (Olsen, 1954), değişebilir K, Ca ve Mg analizleri 1N Amonyum Asetat (pH=7) metoduna göre (Kacar, 1995) ve alınabilir Fe, Cu ve Mn analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norvell, 1969) yapılmıştır.



Şekil 1. Burdur il sınırı ve örnekleme noktaları

### Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

**Bouyoucos (1951)** hidrometre yöntemine göre yapılan tekstür tayininden sonra, toprakların tekstür üçgeninde bulunduğu sınıf tespit edilmiştir. Toprak analiz sonuçları Tablo 1’de verilen sınır değerlere göre yorumlanmış ve sınıflandırılmıştır (**Richards, 1954; Lindsay ve Norvell, 1969; Follet, 1969; Maas, 1986; FAO, 1990; TOVEP, 1991; Güneş ve ark., 1996**).

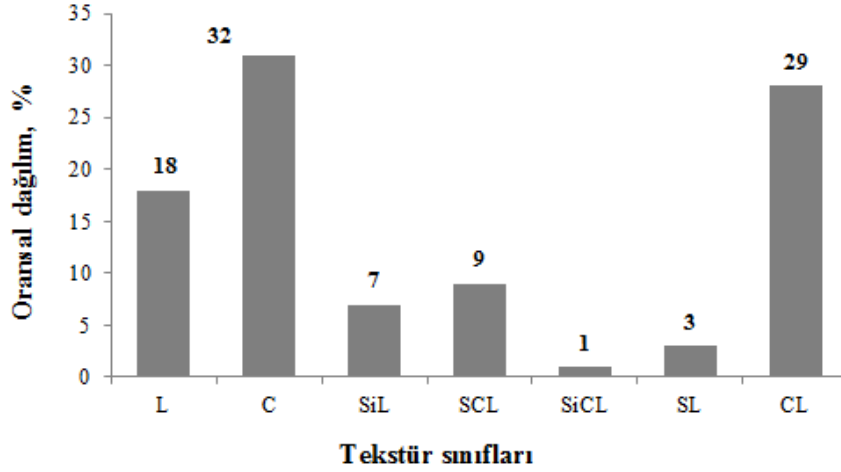
Tablo 1. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerler

Özellik	Sınıflama					
	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla	
P (mg kg <sup>-1</sup> )	< 2.5	2.5-80	8.0-25	25-80	>80	
K (mg kg <sup>-1</sup> )	< 50	50-140	140-370	370-1000	> 1000	
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	> 10000	
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	0-50	50-160	160-480	480-1500	> 1500	
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	< 4	4-14	14-50	50-170	> 170	
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	< 0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8.0	> 8.0	
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Az	Orta		Fazla		
	< 0.2	0.2-4.5		> 4.5		
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Yetersiz	Yeterli				
	<0.2	>0.2				
CaCO <sub>3</sub> (%)	Az kireçli	Kireçli	Orta kireçli	Fazla kireçli	Çok fazla kireçli	
	0-1	1-5	5-15	15-25	> 25	
EC (dSm <sup>-1</sup> )	Tuzsuz	Hafif Tuzlu		Orta Tuzlu	Çok Tuzlu	
	<2	2-4		4-8	8-15	
OM (%)	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek	
	0-1	1-2	2-3	3-4	> 4	
pH	Kuvvetli Asit	Orta Asit	Hafif Asit	Nötr	Hafif Alkali	Kuvvetli Alkali
	< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	> 8.5

## Bulgular ve Tartışma

### Toprakların tekstür, pH, EC, CaCO<sub>3</sub> ve OM bakımından değerlendirilmesi

Tahıl yetiştirilen arazileri temsilen alınan 97 toprak örneğinin bünye sınıflarına göre dağılımları Şekil 2 de verilmiştir. Yapılan tekstür analizleri sonuçlarına göre, topraklarının %18’i tınlı, %32’si killi, %7’si siltli tın, %9’u kumlu killi tın, %1’i siltli killi tın, %3’ü kumlu tın ve %29’u killi tın bünyeye sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Araştırma alanı topraklarının tekstür sınıflarına göre dağılımları

Araştırma alanı topraklarının pH, EC, CaCO<sub>3</sub> ve OM değerlerinin ilçeler bazındaki en az, en fazla ve ortalamaları Çizelge 2 de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere, toprakların en düşük pH değeri, 6.74 ile Çeltikçi'de, en yüksek pH değeri ise 8.23 ile Tefenni'de ölçülmüş olup, genel ortalaması 7.72 olarak hesaplanmıştır. EC ölçümleri sonunda örneklerin tamamının 2 dS m<sup>-1</sup> altında olduğu ve tuzluluk sorunu bulunmadığı saptanmıştır (Richards, 1954). Toprak örneklerinin kireç içerikleri %2.69 ile %50.80 arasında değiştiği ve ortalama kireç içerikleri %19.19 olduğu bulunmuştur. Kirece ait ilçe ortalamaları ise Ağlasun, Merkez, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni ve Yeşilova sırasıyla %17.90, %33.09, %24.81, %15.20, %8.80, %19.00, %9.70, %30.20, %18.00 ve %8.57 belirlenmiştir. Toprakların OM ortalamaları Ağlasun, Merkez, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni ve Yeşilova ilçelerinde sırasıyla %1.77, %1.70, %1.38, %1.68, %2.19, %2.00, %2.12, %1.20, %1.70 ve %1.76 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere göre toprakların geneli için bir değerlendirme yapıldığında, toprakların %15'inin çok az, %55'inin az, %26'sının orta, %3'ünün iyi ve %1'inin yüksek düzeyde OM içerdiği ortaya çıkmaktadır. Küçükyumuk ve Erdal (2008), yaptıkları bir çalışmada Ağlasun ilçesindeki 10 farklı gül bahçesinden aldıkları toprak örneklerinin ortalama OM içeriğini % 1.8 bulmuşlardır.

Tablo 2. Toprak Örneklerinin pH, EC, CaCO<sub>3</sub> ve OM değerleri

Özellikler		Ağlasun	Merkez	Bucak	Çavdır	Çeltikçi	Gölhisar	Karamanlı	Kemer	Tefenni	Yeşilova
pH	En az	7.59	7.51	7.39	7.27	6.74	7.47	7.34	7.67	7.77	7.11
	En fazla	8.08	7.95	7.85	7.82	7.91	7.98	8.02	8.09	8.23	8.07
	Ortalama	7.73	7.70	7.63	7.51	7.58	7.70	7.78	7.85	7.97	7.72
EC (ds/m)	En az	0.18	0.25	0.23	0.26	0.30	0.38	0.42	0.26	0.23	0.37
	En fazla	0.55	0.93	0.65	1.41	0.78	1.19	1.41	0.57	1.16	1.20
	Ortalama	0.35	0.54	0.40	0.62	0.45	0.65	0.75	0.38	0.65	0.75
CaCO <sub>3</sub> (%)	En az	2.69	5.39	3.96	7.93	2.85	7.93	3.33	6.82	3.33	5.03
	En fazla	37.56	46.12	32.81	36.30	14.66	35.35	28.05	39.15	50.80	16.96
	Ortalama	17.90	33.09	24.81	15.20	8.80	19.00	9.70	30.20	18.00	8.57
OM (%)	En az	0.30	0.53	0.34	0.30	1.57	0.57	0.51	0.36	0.61	0.62
	En fazla	2.60	2.90	2.20	2.55	3.00	3.80	4.63	1.94	2.76	2.58
	Ortalama	1.77	1.70	1.38	1.68	2.19	2.00	2.12	1.20	1.70	1.76

### Toprakların besin elementi içerikleri

Toprakların bitkiye yararlı P, K, Ca ve Mg içerikleri Tablo 3'te verilmiştir. Bölge topraklarının bitkiye yararlı P içerikleri 5.70 mg kg<sup>-1</sup> ile 110 mg kg<sup>-1</sup> arasında olup, ortalamaları 26.08 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bölgeden alınan toprak örneklerinin bitkiye yararlı P bakımından, %3'ünün az, %58'inin yeterli, %36'sının fazla ve %3'ünün çok fazla sınıfına girdiği tespit edilmiştir. En düşük bitkiye yararlı P ortalaması 20.23 mg kg<sup>-1</sup> ile Ağlasun, en yüksek bitkiye yararlı P ortalaması ise 40.94 mg kg<sup>-1</sup> ile Merkez

ilçede ölçülmüştür. Araştırma alanı topraklarının bitkiye yarayışlı K konsantrasyonları 55 mg kg<sup>-1</sup> ile 1200 mg kg<sup>-1</sup> arasında olup ortalamaları 416 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Bitkiye yarayışlı K bakımından toprakların geneline bakıldığında, %7'si az, %42'si yeterli, %48'i fazla ve %3'ü çok fazla sınıfında olduğu belirlenmiştir. En düşük bitkiye yarayışlı K ortalaması 180 mg kg<sup>-1</sup> ile Ağlasun, en yüksek bitkiye yarayışlı K ortalaması ise 644 mg kg<sup>-1</sup> ile Çavdır ilçesinde ölçülmüştür. Araştırma alanı topraklarında bitkiye yarayışlı Ca eksikliği görülmezken, toprakların %2'si yeterli, %95'i fazla ve %3'ü çok fazla sınıfında yer almıştır. Toprakların bitkiye yarayışlı Ca konsantrasyonları 1928 mg kg<sup>-1</sup> ile 1216 mg kg<sup>-1</sup> arasında olup ortalamaları 6620 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Toprak örnekleri alınan Ağlasun, Merkez, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni ve Yeşilova ilçelerin ortalama bitkiye yarayışlı Ca içerikleri sırasıyla; 6452 mg kg<sup>-1</sup>, 7006 mg kg<sup>-1</sup>, 8003 mg kg<sup>-1</sup>, 6885 mg kg<sup>-1</sup>, 6383 mg kg<sup>-1</sup>, 6172 mg kg<sup>-1</sup>, 5452 mg kg<sup>-1</sup>, 6102 mg kg<sup>-1</sup>, 7868 mg kg<sup>-1</sup> ve 5668 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En düşük bitkiye yarayışlı Ca ortalaması 5452 mg kg<sup>-1</sup> ile Karamanlı, en yüksek bitkiye yarayışlı Ca ortalaması ise 8003 mg kg<sup>-1</sup> ile Bucak ilçesinde ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda; toprakların hiç birinde bitkiye yarayışlı Mg için eksiklik görülmemiş olup, en düşük bitkiye yarayışlı Mg içeriği 175 mg kg<sup>-1</sup> ile Ağlasun ilçesinde, en yüksek bitkiye yarayışlı Mg içeriği ise 3538 mg kg<sup>-1</sup> ile Karamanlı ilçesinde ölçülmüş olup, araştırma alanı toprakların bitkiye yarayışlı Mg içeriği ortalamaları 1050 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Toprakların %23'ü yeterli, %63'ü fazla ve %14'ü çok fazla seviyede bitkiye yarayışlı Mg içermektedir. En düşük bitkiye yarayışlı Mg ortalaması 267 mg kg<sup>-1</sup> ile Ağlasun, en yüksek bitkiye yarayışlı Mg ortalaması ise 1282 mg kg<sup>-1</sup> ile Gölhisar ilçesinde bulunmuştur.

Çizelge 3. Toprak Örneklerinin P, K, Ca ve Mg değerleri

Özellikler		Ağlasun	Merkez	Bucak	Çavdır	Çeltikçi	Gölhisar	Karamanlı	Kemer	Tefenni	Yeşilova
P (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	14.39	15.75	23.90	22.81	12.22	5.70	12.49	7.87	8.96	8.96
	En fazla	26.88	110.00	42.90	37.47	39.10	92.05	88.25	33.40	26.61	35.30
	Ortalama	20.23	40.94	30.03	30.47	27.93	21.21	32.88	16.62	15.99	20.77
K (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	119	368	191	419	310	138	376	133	216	55
	En fazla	212	1066	514	965	529	1200	1052	380	644	940
	Ortalama	180	608	334	644	381	431	558	277	380	375
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	4728	5573	6155	6328	3660	5126	3906	5209	2804	1928
	En fazla	7419	12516	9627	7501	7846	6846	7349	9205	11074	9929
	Ortalama	6452	7006	8003	6885	6383	6172	5452	6102	7868	5668
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	175	486	264	300	196	934	1437	439	338	761
	En fazla	622	1452	1146	1637	1175	2000	3538	1853	1419	2424
	Ortalama	267	798	487	1247	660	1282	2890	938	839	1120

Toprakların bitkiye yarayışlı mikro besin elementleri Mn, Zn, Fe ve Cu konsantrasyonları Tablo 4'te verilmiştir. Toprak örneklerinin Mn düzeyleri ortalamaları Ağlasun, Merkez, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni ve Yeşilova'da sırasıyla 9.51 mg kg<sup>-1</sup>, 5.00 mg kg<sup>-1</sup>, 7.29 mg kg<sup>-1</sup>, 8.08 mg kg<sup>-1</sup>, 18.08 mg kg<sup>-1</sup>, 8.26 mg kg<sup>-1</sup>, 13.32 mg kg<sup>-1</sup>, 6.36 mg kg<sup>-1</sup>, 9.00 mg kg<sup>-1</sup> ve 7.88 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bitkiye yarayışlı Mn düzeylerine göre toprakların %14'ü çok az, %75'i az, %10'u yeterli ve %1'i fazla sınıfına girdiği görülmüştür.

Zn içerikleri 0.12 mg kg<sup>-1</sup> ile 4.84 mg kg<sup>-1</sup> arasında ölçülüp ilçe ortalamaları sırasıyla 0.61 mg kg<sup>-1</sup>, 1.28 mg kg<sup>-1</sup>, 0.95 mg kg<sup>-1</sup>, 0.95 mg kg<sup>-1</sup>, 0.68 mg kg<sup>-1</sup>, 0.53 mg kg<sup>-1</sup>, 0.80 mg kg<sup>-1</sup>, 0.72 mg kg<sup>-1</sup>, 0.88 mg kg<sup>-1</sup> ve 0.56 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Fe içeriklerine bakıldığında 1.42 mg kg<sup>-1</sup> ile 18.80 mg kg<sup>-1</sup> arasında olup, en düşük ortalama 3.20 mg kg<sup>-1</sup> ile Kemer, en yüksek ortalama ise 9.10 mg kg<sup>-1</sup> ile Çeltikçi'de olduğu görülmektedir. Cu analizi yapılan bölge toprakları 0.22 mg kg<sup>-1</sup> ile 4.46 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. [Küçükyumuk ve Erdal \(2008\)](#) yaptıkları çalışmada Ağlasun'dan alınan 10 örnekte ortalama P içeriğini 35 kg mg<sup>-1</sup>, K içeriğini 170 kg mg<sup>-1</sup>, Mg içeriğini 141 kg mg<sup>-1</sup>, Ca içeriğini 1474 kg mg<sup>-1</sup>, Fe içeriğini 7 kg mg<sup>-1</sup>, Cu içeriğini 0.8 kg mg<sup>-1</sup> ve Mn içeriğini 2 kg mg<sup>-1</sup> bulmuşlardır.

Yapılan analizler sonucunda bölge topraklarının bünyeleri geniş bir dağılım gösterip, ilçe ortalamalarına göre tamamı hafif alkalidir. Toprakların EC değerleri düşük sınıfında olup, orta ve fazla kireçli olduğu saptanmış, OM bakımından bölge topraklarının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre toprakların reaksiyonları ve kireç içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir. pH ve kirecin yüksek olması bitki besin elementlerinin alınımını ve yarayışlılığını olumsuz yönde etkiler ([Schachtschabel ve ark., 2001](#);

Bender ve ark., 1998; Lewandowski ve Zumwinkle, 1999). Bunun için seçilen gübre ve gübre miktarına dikkat edilmelidir. Bu topraklarda sülfatlı gübrelerin kullanılması pH'nın düşürülmesinde fayda sağlayabilir. OM nin yetersiz olduğu bu topraklarda ahır gübresi, kompost, solucan kompostu, yeşil gübreleme vb. uygulamalar toprağa OM sağlamada kullanılabilir en başarılı yöntemler olarak belirtilmektedir (Kacar ve Katkat 2007; Aynacı ve Erdal 2016; Erdal ve Ekinci, 2017a,b). Bitkiye yararlı besin elementleri Ca, Mg ve Cu bölge topraklarının tamamında, K ve P'nin ise toprakların genelinde yeterli ve fazla seviyede olduğu görülmüştür. Fe, Zn ve özellikle Mn'de önemli eksiklikler görülmüştür. Eyüpoğlu ve ark. (1998), Türkiye genelinde yaptığı çalışmada Burdur ilinden aldığı toprak örneklerinde toprakların; yaklaşık % 82'sinin 4.5-9.0 ppm aralığında Fe, tamamının ise 0.2 ppm'den fazla (yeter düzeyde) Cu içerdiğini söylemiştir. Ayrıca toprak örneklerinin %94'ün de Zn eksikliği görüldüğü ve Türkiye genelinde en çok Zn eksikliği görülen illerden ikinci sırada olduğunu belirtmiştir. Bölgede mikro element gübrelemesine önem verilmelidir (Lindsay ve Norvell 1969; FAO 1990; TOVEP 199; Güneş ve ark., 1996).

Çizelge 4. Toprak Örneklerinin Mn, Zn, Fe, ve Cu değerleri

Özellikler		Ağlasun	Merkez	Bucak	Çavdır	Çeltikçi	Göhlisar	Karamanlı	Kemer	Tefenni	Yeşilova
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	5.84	1.72	3.94	7.00	7.60	4.40	8.00	4.20	6.40	4.00
	En fazla	15.30	15.10	11.40	10.80	53.00	13.60	17.20	10.80	18.20	12.40
	Ortalama	9.51	5.00	7.29	8.08	18.08	8.26	13.32	6.36	9.00	7.88
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	0.28	0.20	0.24	0.48	0.28	0.26	0.28	0.28	0.40	0.12
	En fazla	1.46	4.84	2.20	1.26	1.38	1.68	1.88	1.40	1.56	1.28
	Ortalama	0.61	1.28	0.95	0.95	0.68	0.53	0.80	0.72	0.88	0.56
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	4.80	1.42	1.90	4.00	4.20	3.00	3.40	2.20	2.80	2.00
	En fazla	10.80	9.20	11.60	16.80	16.80	8.60	9.80	5.20	6.80	10.40
	Ortalama	7.95	3.53	6.00	7.12	9.10	5.40	5.90	3.20	4.80	5.00
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	En az	0.60	0.48	0.48	1.14	0.90	0.74	0.90	0.5	0.22	0.52
	En fazla	1.56	2.90	4.46	1.58	1.80	2.00	2.00	1.4	1.66	2.20
	Ortalama	1.06	1.14	2.09	1.47	1.49	1.45	1.40	0.8	1.20	1.50

## Teşekkür

Çalışmayı 4880-YL1-17 numaralı Yüksek Lisans projesi olarak destekleyen SDÜ-BAP 'a teşekkür ederiz

## Kaynaklar

- Aynacı D, Erdal İ, 2016. Evsel atıklardan elde edilen kompostun mısır ve biberin gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 20(1): 123-128.
- Başar H, 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15: 69-83.
- Başaran M, Okant M, 2005. Bazı toprak özelliklerinin eldivan yöresinde yetiştirilen kirazların beslenme durumu üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11(2): 115-119.
- Bender D, Erdal İ, Dengiz O, Gürbüz M, Tarakçıoğlu C, 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center*, 506-510. Menemen, İzmir.
- Bouyoucos GJ, 1951. A Calibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-438.
- Demir G, Erdal İ, 2016. Antalya yöresinde domates yetiştirilen seralarda bor düzeylerinin bazı toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarıyla değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4(2): 42-48.
- Canözer Ö, Çakır M, Püskülcü G, Dikmelik Ü, 1984. Ege bölgesi önemli kiraz çeşitlerinin bitki besin element durumları ve toprak - bitki ilişkileri. *Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, İzmir.
- Çimrin KM, Boysan S, 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 16: 105-111.
- Erdal İ, Boydak Ç, 2011. Isparta yöresi kiraz bahçeleri topraklarının bitkiye yararlı demir miktarlarının belirlenmesinde DTPA ve EDTA test yöntemlerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 22-27.

- Erdal İ, Ekinci K, 2017a. Effets of vermicomposts obtained from rose oil processing wastes, dairy manure, municipal open market wastes and straw on plant growth, mineral nutrition, and nutrient uptake of corn. *Journal of Plant Nutrition* 40(15): 2200-2208.
- Erdal İ, Ekinci K, 2017b. Effect of vermicompost obtained from kitchen wastes on corn growth and mineral nutrition. *Scientific Papers-Series A-Agronomy* 60: 77-82.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. Toprak ve Gübre ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, 72 s.
- FAO, 1990. Micronutrient, assesment at the country level: An international study. FAO Soils Bulletin, 63. Rome.
- Follet RH, 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. PhD. Dissertation. Colo. State Univ.
- Güneş A, Aktaş M, İnal A, Alpaslan M, 1996. Konya kapalı havzası topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1453.
- Hermanson R, Pan W, Perillo C, Stevens R, Stockle C, 2000. Nitrogen use by crops and the fate of nitrogen in the soil and vadose zone. Washington State University and Washington Department of Ecology Interagency Agreement, C9600177.
- Kacar B,1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 466 s, Ankara.
- Kacar B, Katkat, AV, 2007. Bitki besleme. (Genişletilmiş ve Güncellenmiş 3. Baskı). Nobel Yayın, 849, Fen ve Biyoloji Yayıncıları Dizisi, 29, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, s. 145-191.
- Kızılgöz İ, Kızılkaya R, Kaptan H, Sürücü A, 1998. Harran ovası yaygın toprak serilerinin DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element içerikleri ve bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(4): 27-34.
- Kuşutan F, Ateş F, Akın A, 2017. Alaşehir ilçesinde (Manisa) superior seedless üzüm çeşidi yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi* 21(1): 16-23.
- Küçükyumuk Z, Erdal İ, 2008. Isparta yöresi gül bahçelerinin verimlilik durumların değerlendirilmesi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 554-562, 8-10 Ekim, Konya.
- Lewandowski A, Zumwinkle M, 1999. Assessing the soil system. A review of soil quality literature. Minnesota Department of Agriculture. Energy and Sustainable Agriculture Program, 1-63.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Soil Science Society of American Proceeding* 35: 600-602.
- Maas EV, 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* 1: 12-25.
- Olsen SR, Cole CV, Watanable FS, Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dept. of Agric. Cir. 939, Washington D. C.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Sağlam M, 2013. Artvin ilinde yonca (*Medicago sativa* L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 14(2): 225-238.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Soil Survey Manual, 1951. U. S. Dept. Agricultural. Handbook 18. Washington D.C.
- Schachtschabel P, Blume HP, Brümmer G, Hartge KH, Schwertmann U, 2001. Toprak bilimi (Çevirenler: Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H.). Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73. Ders Kitapları Yayın No: A-16, 816 s.
- Tarakçıoğlu C, Yalçın SR, Bayrak A, Karabacak H, 2003. Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus Avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve bitki analizleri ile belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 9(1): 13-22.
- TOVEP, 1991. Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(1): 115-130.
- Tüfenkçi Ş, Sönmez F, Ruhan İlknur GŞ, 2009. Van ili bağlarının beslenme durumlarının belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4):13-22.
- Tümsavaş Z, Aksoy E, 2008. Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(1): 43-54.
- Walkley A, Black IA, 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37(1): 29-38.





## Bazı toprak özellikleri ile kütle yoğunluğunun tahmini için pedotransfer modeller

Nutullah Özdemir, İmanverdi Ekberli \*, Ö.Tebessüm Kop Durmuş

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

### Özet

Bu çalışmanın amacı, toprakların kütle yoğunluğu değerleri ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve bu özellikleri kullanarak kütle yoğunluğu değerinin tahmin edilmesini sağlayacak bir model geliştirmektir. Çalışmada Samsun İli Bafra ve Çarşamba İlçelerinden alınan ve çoğunlukla ince bünyeli olan 78 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, silt, pH, değişebilir sodyum ve kireç içeriği hariç diğer toprak özellikleri ile kütle yoğunluğu değeri arasında önemli istatistiksel ilişkiler ( $r=0.45-0.77$ ) belirlenmiştir. Toprakların kütle yoğunluğu değeri üzerine toprak özelliklerinin doğrudan etkilerinin sırası ile; silt+kil, kum, kireç içeriği, kil, Ca+Mg, nem sabiteleri, katyon değişim kapasitesi ve organik madde içeriklerinin bir fonksiyonu olarak değiştiği, dolaylı etkilerin ise silt+kil ve kum üzerinden gerçekleştiği tespit edilmiştir. Veri kümesi çoklu lineer regresyon analizine tabi tutularak kütle yoğunluğunu tahmin etmede kullanılabilecek PTF (pedotransfer) oluşturulmuştur. Bilinen yöntemlerle ölçülen ve geliştirilen PTF ile tahmin edilen kütle yoğunluğu değerlerinin karşılaştırılmasında determinasyon katsayısı ( $r^2$ ) kullanılmış ve en yüksek  $r^2$  değeri 0.67 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar geliştirilen pedotransfer modellerin, Bafra ve Çarşamba ilçe topraklarında kütle yoğunluğunun tahmin edilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kütle yoğunluğu, pedotransfer modeller, toprak özellikleri.

### Pedotransfer models for predicting bulk density values from measured soil properties

### Abstract

The purpose of this study was to determine the relationships between bulk density and some soil properties, and to develop a regression model to estimate bulk density values. In this study, generally fine textured 78 soil samples collected from the Samsun district were used. According to the results; except silt, pH, exchangeable sodium and lime content, the other soil properties were highly correlated with bulk density value ( $r=0.45-0.77$ ). The direct effects of some soil properties on bulk density of the soils were obtained in the following order; silt+clay content, sand content, lime content, exchangeable Ca+Mg content, permanent wilting point and field capacity, cation exchange capacity and organic matter content. The Indirect effect of the soil properties were generally obtained in the following order; silt+clay content, sand content, clay content and exchangeable Ca+Mg capacity. Then, the data set was statistically evaluated and PTF were generated by multiple linear regression method to estimate bulk density. In order to compare the measured bulk density values by traditional method and predicted bulk density values with generated PTF, determination coefficient ( $r^2$ ) was used, and the highest  $r^2$  was obtained as 0.67. The results of this research pointed out that generated pedotransfer models can be used with the aim of predicting bulk density in Samsun District.

**Keywords:** Bulk density, pedotransfer functions, soil properties.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Doğal koşullar altında bulunan fırın kuru toprak ağırlığının kapladığı hacme oranı olarak tanımlanan kütle yoğunluğu değeri, toprağın parçacık büyüklük dağılımı, organik madde içeriği, değişebilir katyonların tabiatı, kireç içeriği, arazi kullanım durumu, nem içeriği, toprak işleme ve iklim gibi faktörlere bağlı olarak değişen toprağın temel dinamik fiziksel özelliklerindedir (Al-Qinna ve Jaber, 2013).

Kütle yoğunluğu değerleri, toprak strüktürünün değerlendirilmesi, porozitenin hesaplanması, hacimsel toprak su içeriğinin tespiti, sulama suyu ve uygulanacak gübre miktarı, karbon stoklarının hesaplanması gibi

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0362 312 19 19

E-posta : iman@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 20 Kasım 2017

Kabul Tarihi : 30 Mayıs 2018

e-ISSN : 2146-8141

uygulamalarda bilinmesi gereken bir parametre (Blake ve Hartge, 1986; Aşkın ve Özdemir, 2003; Barros ve Fearnside, 2015) olup önemli bir kalite göstergesidir (Logsdon ve Karlen, 2004). Diğer taraftan kütle yoğunluğu değerleri, toprak sıkışmasının kontrolünde bir ölçüt (Arshad, 1996), toprak kalitesinin değerlendirilmesi ve toprak sınıflamasında ayırt edici bir kriter (Anonymous, 2014), toprak profili içerisindeki sıkışmış katmanın varlığı, sıkışmanın bitki gelişimine etkisinin yorumlanmasında veya kabuk oluşumunun testinde bir indeks (Reintam ve ark., 2009), simülasyon ve uzaktan algılama çalışmalarında önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2014).

Toprak kütle yoğunluğu değerleri, doğrudan laboratuvar yöntemleri veya dolaylı olarak tahmin yöntemleri kullanılarak belirlenmektedir. Doğrudan laboratuvar yöntemlerinin özellikle büyük veri tabanları için belirli zorlukları ve zaman alıcı oluşu, örnekleme için uygun nem aralığının yakalanma zorluğu ve kütle yoğunluğunun nem içeriğinden etkilenmesi olumsuz yönlerini oluşturmaktadır. Bu olumsuzluklardan dolayı son yıllarda kütle yoğunluğu değerlerinin dolaylı yollardan tahmin edilmesi yoluna gidilmektedir. Dolaylı yöntemler arasında pedotransfer modelleri (Tranter ve ark., 2007; Gülser ve Candemir, 2014; Barros ve Fearnside, 2015), doğrusal regresyon modelleri (Nemes ve ark., 2003; Mermoud ve Xu, 2006; Ekberli ve Dengiz, 2017), çoklu regresyon yöntemleri (Rawls ve ark., 1982; Wösten ve ark., 2001, Yakupoğlu ve ark., 2013; Ekberli ve Dengiz, 2016), sınır ağları gibi gelişmiş matematiksel modelleme teknikleri (Schaap ve ark., 2001; Nemes ve ark., 2003; Minasny ve ark., 2004) yer almaktadır.

Pedotransfer modellerin geliştirilmesinde, toprak tekstürü ve organik madde içeriği en fazla kullanılan parametreler olmuştur. Kimyasal bileşim ve parçacık büyüklüğü gibi diğer bileşenler veri tabanlarında yaygın olarak bulunmadığı için fazlaca kullanılmamışlardır (Wösten ve ark., 2001; Chaudhari ve ark., 2013). Bu çalışmada, genel olarak ince ve orta derecede ince tekstürlü topraklarda kütle yoğunluğunu etkileyen temel toprak bileşenleri incelenmiş ve pedotransfer modeller kullanılarak kütle yoğunluğu değerini tahmin edebilmek için bir model geliştirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, Samsun ili Bafra ve Çarşamba yöresinde yürütülmüştür. Orman, mera ve tarım arazisi olarak kullanılan arazilerin, yüzey (0-20 cm) katmanlarından alınan 78 adet toprak örneği kullanılmıştır.

Toprak örneklerinin parçacık büyüklük dağılımları (tekstür), hidrometre yöntemi (Baykan ve ark., 1965), toprak reaksiyonu değerleri, 1:1 toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH-metre aleti (Bayraklı, 1987), elektriksel iletkenlik değerleri, pH ölçümü için hazırlanan (1:1 oranındaki) toprak-su süspansiyonlarında cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti (Bayraklı, 1987), organik madde içeriği, Walkley-Black yöntemi ile titrimetrik olarak (Kacar, 1994), kireç içeriği, Scheibler kalsimetresi (Sağlam, 1978), değişebilir katyonlar, amonyum asetat ekstraksiyonu (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); katyon değişim kapasitesi, Bower yöntemi (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); tarla kapasitesi (0.33 atm), solma noktası (15 atm) ve nem yüzdesi değerleri, basınçlı tabla aleti kullanılarak belirlenmiştir. Kütle yoğunluğu değerleri, bozulmamış toprak örneklerinde silindir yöntemi kullanılarak ölçülmüştür (Demiralay, 1993). Path analizi değerleri Tarist bilgisayar programı kullanılarak belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1983). Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı kullanılmış ve pedotransfer eşitlikler için Stepwise analizi ile bağımsız değişken seçimi yapılmıştır. Daha sonra çoklu lineer regresyon yöntemi ile Model 1 yapısında pedotransfer modeller oluşturulmuştur.

$$KY = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u \quad (1)$$

KY: Kütle yoğunluğu değeri

b<sub>0</sub>: Regresyon sabiti

b<sub>1</sub>...b<sub>n</sub>: Regresyon katsayıları

x<sub>1</sub>-x<sub>n</sub>: Toprak özelliklerini ifade eden değişkenler

n: Değişken sayısı

u: KY değerine ait hata değişkeni

Ölçülen kütle yoğunluğu değerleri, pedotransfer eşitliği kullanılarak tahmin edilen kütle yoğunluğu değerleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada Model 2 ile hesaplanan determinasyon katsayısı (r<sup>2</sup>) kullanılmıştır.

$$r^2 = 1 - \frac{[\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ix})^2]}{[\sum_{i=1}^n (y_i - y_{iz})^2]} \quad (2)$$

r<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı; y<sub>i</sub>: Ölçülen değer; y<sub>ix</sub>: Tahmin edilen değer; y<sub>iz</sub>: Ölçülen değerlerin ortalaması;

n: Toplam değişken sayısı

## Bulgular ve Tartışma

### Toprak özellikleri

Toprak örneklerinde belirlenen fiziksel ve kimyasal özelliklere ait istatistiksel değerler Tablo 1'de verilmiştir. Değerlendirmeye alınan toprakların kil içerikleri, %14.40-57.64, silt içerikleri %9.90-51.80 ve kum içerikleri %14.03-64.90 arasında değişmiştir. Toprakların, genel olarak ince ve orta derecede ince tekstürlü bir yapıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin pH değerleri 5.70-8.50, organik madde içerikleri %1.20-5.55, kireç kapsamları %0.60-13.80, katyon değişim kapasiteleri 16.00-57.80 me/100 g, tarla kapasitesi değerleri %19.51-51.39; solma noktası değerleri %11.26-36.70 arasında değişim göstermektedir. Toprakların, organik madde yönünden orta, kireç açısından orta ve zengin, pH bakımından ise hafif alkalın karakterde olduğu belirlenmiştir. Topraklarda değişebilir sodyum yüzdesi 15'in altında olup alkalilik problemi bulunmamaktadır ([Soil Survey Staff, 1993](#)).

Tablo 1. Çalışma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (n= 78)

Toprak özellikleri	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma	Vary. Kat., %	Çarp.	Basık.
Kütle yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup>	1.14	1.45	1.30	0.07	0.05	-0.92	0.40
Kil, %	14.40	57.64	35.53	11.73	0.33	0.11	0.80
Silt, %	9.90	51.80	28.46	7.15	0.25	0.61	0.85
Kum, %	14.03	64.90	36.01	12.98	0.36	0.33	-0.54
Silt+kil, %	35.10	86.87	64.01	13.07	0.20	-0.29	-0.52
Organik madde, %	1.20	5.55	2.33	1.14	0.49	1.18	0.62
Kireç, %	0.60	13.80	3.59	2.96	0.82	1.53	2.24
Tarla kapasitesi, %	19.51	51.39	36.12	6.77	0.19	-0.17	0.01
Solma noktası, %	11.26	36.70	25.53	5.88	0.23	-0.44	-0.26
Katyon değişim kapasitesi, me/100g	16.00	57.80	37.73	9.32	0.24	-0.17	0.39
Değişebilir Ca+Mg, me/100g	8.00	53.84	31.52	10.13	0.32	0.28	-0.21
Değişebilir Na, me/100g	0.40	1.91	0.76	0.32	0.42	1.58	2.73
pH (1:1)	5.70	8.50	7.27	0.73	0.10	-0.21	-0.77

### Kütle yoğunluğu ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Ölçülen kütle yoğunluğu değerleri ile diğer bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Tablo 2'de verilmiştir. Silt, pH, kireç ve değişebilir sodyum içerikleri ile kütle yoğunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilmemiştir. Kütle yoğunluğu ile kum içeriği (S) arasında pozitif yönde bir ilişki bulunurken diğer değişkenler ile kütle yoğunluğu değerleri arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Kütle yoğunluğu en yüksek ilişki (-0.768\*\*), kil içeriği ile elde edilmiştir. Bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki ikili ilişkiler, pozitif veya negatif yönlü olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2. Kütle yoğunluğu ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları.

Top. Özel.	S	Si	C	Si+C	pH	Kireç	OM	Ca+Mg	Na	KDK	TK	SN
KY	0,728*	-0.079	-0.768**	-0.734**	0.064	-0.056	-0.574**	-0.673**	-0.146	-0.722**	-0.450**	-0.527**
S		-0.454**	-0.837**	-1.000**	0.165	0.024	-0.655**	-0.679**	0.030	-0.781**	-0.548**	-0.601**
Si			-0.106	0.451**	-0.122	-0.082	0.138	0.051	-0.006	-0.016	-0.140	-0.064
C				0.840**	-0.109	0.024	0.648**	0.728**	-0.026	0.882**	0.693**	0.707**
Si+C					-0.165	-0.023	0.657**	0.682**	-0.025	0.783**	0.543**	0.598**
pH						0.551**	-0.439**	-0.431**	0.181	-0.303**	-0.185	-0.417**
Kireç							-0.302**	-0.266*	0.116	-0.117	-0.209	-0.337**
OM								0.818**	0.082	0.761**	0.321**	0.543**
Ca+Mg									.059	.890**	0.466**	0.657**
Na										0.053	-0.182	-0.097
KDK											0.604**	0.728**
TK												0.909**
SN												-

\*; %5 düzeyinde önemli, \*\*; % 1 düzeyinde önemli

Kütle yoğunluğu ile istatistiksel olarak önemli ilişkiler veren temel toprak özelliklerine uygulanan Path analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin, kütle yoğunluğu üzerine doğrudan etkileri

bakımından Si+C>S>Kireç>C>Ca+Mg>SN>TK>KDK>OM şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. Kütle yoğunluğu üzerine Si+C'nin doğrudan etkisi % 46.38 ile en yüksek olarak bulunurken OM'nin etkisi % 0.90 ile en düşük bulunmuştur. Toprak özelliklerinin KY üzerine dolaylı etkileri, en yüksek Si+C üzerinden gerçekleşmiştir. Candemir ve Gülser (2012) alkali topraklarda yaptıkları bir çalışmada doygun hidrolik iletkenliğin kil içeriği ile en yüksek ilişki vermesine karşılık, path analizi sonucunda hidrolik iletkenlik üzerine en yüksek doğrudan etkiyi Na içeriğinin gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da OM değeri ve kil içeriği KY ile yüksek ilişkiler göstermesine rağmen path analizinde KY üzerine en yüksek doğrudan etkilerin Si+C, S ve kireç içerikleri üzerinden belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kütle yoğunluğu ve toprak özelliklerine ait Path analizi sonuçları

Bağımlı değişken	Toprak özellikleri	Doğrudan etkiler, %	Dolaylı etkiler, %									
			S	C	Si+C	Kireç	OM	Ca+Mg	KDK	TK	SN	
KY	S	43.66	-									
	C	4.99	42.01	-								
	Si+C	46.38	43.64	3.65	-							
	Kireç	21.58	17.36	1.94	17.89	-						
	OM	0.91	41.69	4.10	44.40	0.55	-					
	Ca+Mg	4.30	40.97	4.37	43.73	0.46	0.70	-				
	KDK	2.20	41.49	4.66	44.12	0.18	0.57	3.37	-			
	TK	3.25	40.52	5.09	42.66	0.44	0.34	2.46	1.85	-		
SN	3.38	40.31	4.72	42.59	0.65	0.52	3.14	2.02	2.68	-		

Toprakların kütle yoğunluğu değerleri ile kum içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif (.728\*\*), kil içerikleri ile kütle yoğunluğu değerleri arasında ise yine %1 düzeyinde önemli negatif (-.768) korelasyonlar belirlenmiştir (Tablo 2). Bu ilişkiler kum ve kilin toprağın boşluk oranı üzerine yaptıkları etkinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Tekstürel fraksiyonlar ve organik maddenin kütle yoğunluğu üzerine etkilerini araştıran Chaudhari ve ark. (2013) kumun kütle yoğunluğu üzerindeki etkisinin diğer tekstürel fraksiyonlardan daha yüksek olduğunu ve killi toprakların daha düşük kütle yoğunluğu oluşturma eğiliminde olduklarını belirlemişlerdir. Toprakta kireç, OM, Ca+Mg, KDK ile kütle yoğunluğu değeri arasında önemli istatistiksel ilişkilerin bulunması (Tablo 2) bu bileşenlerin toprak strüktürü üzerine olan etkilerden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan toprakta tutulan su miktarı da gözenek büyüklüğü ve dağılımının bir fonksiyonu olup belirli nem sabitelerinde tutulan su miktarı ile kütle yoğunluğu değerleri arasında önemli ilişkileri ortaya çıkmaktadır (Gülser, 2004; Gülser ve ark, 2007; Yakupoğlu ve ark., 2013).

### Kütle yoğunluğunu belirlemek için geliştirilen pedotransfer modeller

Toprakların kütle yoğunluğu değerlerini ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinden yararlanarak belirlemek üzere Path analizi ile çoklu lineer regresyon ve Stepwise analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre oluşturulan modeller Tablo 4 'de verilmiştir. Tablo 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere geliştirilen PTF modellerinin hepsi istatistiksel olarak önemli bulunmuş fakat modellerin KY değerini tahmin etmede r<sup>2</sup> değerleri farklılık göstermiştir.

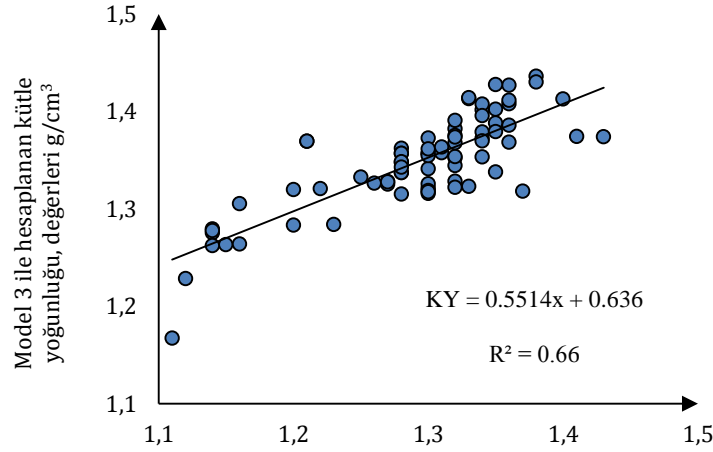
Tablo 4. Kütle yoğunluğunu (KY) tahmin etmek için geliştirilen pedotransfer modeller

Pedotransfer modeller	r <sup>2</sup>	Model no
KY=1.472-0.004*C-0.002*(Ca+Mg)	0.618***	Model1
KY=1.383-0.003*C-0.001*(Ca+Mg)+0.001*S	0.634***	Model2
KY=4.317-0.002*C-0.001*(Ca+Mg)-0.028*S-0.029*(C+Si)	0.662***	Model3
KY=4.053-0.003*C-0.001*(Ca+Mg)-0.026*S-0.027*(Si+C)-0.0011*TK	0.664***	Model4
KY=3.96-0.003*C-0.002*(Ca+Mg)-0.025*S-0.026*(Si+C)+0.001*TK+0.006*OM	0.666***	Model5
KY=3.892-0.003*C-0.002*(Ca+Mg)-0.024*S-0.026*(C+Si)+0.002*TK+0.008*OM*-0.002*SN	0.668***	Model6
KY=3.809-0.003*C-0.002*(Ca+Mg)-0.023*S-0.025*(C+Si)+0.003*TK+0.008*OM+0.001*KDK+0.001*SN	0.670***	Model7

\*\*\*p<0.0001

Çalışmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında (Çizelge 4) kütle yoğunluğunu belirlemek üzere model seçerken yüksek r<sup>2</sup> (0.662) değerini veren Model (3) KY=4.317-0.002\*C-0.001\*(Ca+Mg)-0.028\*S-0.029\*(C+Si) tercih edilebilir. Bu modelden daha yüksek r<sup>2</sup> değerini veren modellerde (Model 4, 5, 6, 7), r<sup>2</sup> değerindeki artış çok küçük olup kütle yoğunluğundaki değişimi açıklama oranına katkısı düşük seviyededir. Değişken sayısının artması diğer taraftan standart hatanın da büyümesine neden olmaktadır.

Hesaplanan kütle yoğunluğu değerleri ile seçilen modelle tahmin edilen yoğunluk değerleri arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir. Bu bulgular incelendiğinde seçilen modelin kütle yoğunluğunu tahmin etme düzeyinin %66 olduğu anlaşılmaktadır. Benzer doğrultuda Erzurum yöresi toprakları üzerinde bir çalışma yapan Canbolat (1999) tarla kapasitesindeki değişimin basit regresyon modelleri ile % 79.3'ü çoklu regresyon modeli ile de % 96'sı, devamlı solma noktasındaki değişimin basit regresyon modelleri ile % 89.5'i çoklu regresyon modeli ile de % 97'si, yarıyışlı nem kapasitesindeki değişimin de basit regresyon modelleri ile % 59'u çoklu regresyon modeli ile de % 78'i temsil edilebileceğini belirlemiştir.



Şekil 1. Ölçülen ve kullanılması önerilen kütle yoğunluğu değerleri arasındaki ilişkiler.

## Sonuç

Kütle yoğunluğu değeri ile ilişkisi aranan toprak bileşenleri arasında tek başına kütle yoğunluğundaki değişimi en iyi açıklayan bileşenin kil içeriği olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Çalışmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında (Tablo 4) kütle yoğunluğunu belirlemek üzere oluşturulan modellerden (3) numaralı model  $KY=4.317-0.002*C-0.001*(Ca+Mg)-0.028*S-0.029*(C+Si)$  yöre topraklarının kütle yoğunluğunu tahmin etmek üzere kullanılabilir. Bu modelden daha yüksek r<sup>2</sup> değerini veren modellerde (Model 4, 5, 6, 7), r<sup>2</sup> değerindeki artış çok küçük olup kütle yoğunluğundaki değişimi açıklama oranına katkısı düşük seviyededir. Toprakların kütle yoğunluklarının pedotransfer eşitlikler kullanılarak belirlenmesine yönelik olarak yürütülen çalışmalarda, toprakların karmaşık doğası ve ölçüm tekniklerine bağımlı olarak veri kümelerinin farklı özellikler taşıması nedeniyle değişik sonuçlarla karşılaşılabilirliği görülmektedir (Akgül ve Özdemir, 1996; Yakupoğlu ve ark., 2013). Bu nedenle oluşturulan modellerin farklı koşullarda kullanılmak istenmesi durumunda geçerliliklerinin kontrol edilmesi uygun olacaktır.

## Kaynaklar

- Akgül M, Özdemir N, 1996. Regression models for predicting bulk density from measured soil properties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 20: 407-413.
- Al-Qinna MI, Jaber SM, 2013. Predicting soil bulk density using advanced pedotransfer functions in an arid environment. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 56: 963-976.
- Anonymous, 2014. Keys to Soil Taxonomy. By Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Twelfth Edition
- Arshad MA, Lowery B, Grossman B, 1996. Physical tests for monitoring soil quality. pp. 123-142. In: J.W. Doran and A.J. Jones (Eds.) *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI.
- Aşkın T, Özdemir N, 2003. Soil bulk density related to soil particle size distribution and organic matter content. *Agriculture* 9 (2): 52-55.
- Barros HS, Fearnside PM, 2015. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density in central Amazonia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 39:397-407.
- Baykan ÖL, Berkman İ, Ögüş L, 1965. Toprak laboratuvar tatbikat kitabı Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.
- Bayraklı F, 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.
- Blake GR, Hartge KH, 1986. Bulk density. pp. 363-375. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Canbolat MY, 1999. Bazı toprak nem karakteristiklerinin tane büyüklük dağılımı ve organik karbon içeriğinden tahmin edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 30 (2): 113-119.
- Candemir F, Gülser C, 2012. Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine textured-alkaline soils. *Arid Land Research Management* 26: 15-31.

- Chaudhari PR, Ahire DV, Ahire VD, Chkravarty M, Maity S, 2013. Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coimbatore Soil. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3 (2): 1-8.
- Demiralay İ, 1993. Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F, 1983. İstatistik metodları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları :861, Ders Kitabı: 229, Ankara.
- Ekberli İ, Dengiz O, 2016. Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ısıl yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi* 5 (2): 1-10.
- Ekberli İ, Dengiz O, 2017. Bazalt ana materyali ve farklı topografik pozisyonlar üzerinde oluşmuş toprakların bazı topografik ve fiziko- kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi* 6 (1): 15-27.
- 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, Candemir F, 2014. Using soil moisture constants and physical properties to predict saturated hydraulic conductivity. *Eurasian Journal of Soil Science* 3(1): 77 - 81.
- 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.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları, No:3, 1-705.
- Logsdon SD, Karlen DL, 2004. Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage. *Soil and Tillage Research* 78(2): 143-149.
- Mermoud A, Xu D, 2006. Comparative analysis of three methods to generate soil hydraulic functions. *Soil and Tillage Research* 87: 89-100.
- Minasny B, Hopmans JW, Harter T, Eching SO, Tuli A, Denton M, 2004. Neural networks prediction of soil hydraulic functions from multi-step outflow data. *Soil Science Society of America Journal* 68: 417-429.
- Nemes A, Schaap MG, Wosten JHM, 2003. Functional evaluation of pedotransfer functions derived from different scales of data collection. *Soil Science Society of America Journal* 67:1093-1102.
- Rawls WJ, Brakensiek DL, 1982. Estimating soil water retention from soil properties. *Journal of Irrigation and Drainage* 108 (2): 166-171.
- Reintam E, Tükman K, Kuht J, Nugis E, Edesi L, Astover A, Noormets M, Kauer K, Krebstein K, Rannik K, 2009. Soil compaction effect on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science* 59: 265-272.
- Sağlam MT, 1978. Toprak kimyası tatbikat notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
- Schaap MG, Leij FJ, van Genuchten MT, 2001. ROSETTA: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology* 251: 163-176.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manuel. United States Department of Agronomy, Handbook No: 18, Washington, USA.
- Tranter G, Minasny B, McBratney AB, Murphy B, McKenzie NJ, Grundy M, Brough D, 2007. Building and testing conceptual and empirical models for predicting soil bulk density. *Soil Use and Management* 23:437-43.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook No: 60, 1954.
- Wösten JHM, Pachepsky YA, Rawls WJ, 2001. Pedotransfer functions: bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. *Journal of Hydrology* 251: 123-150.
- Yakupoğlu T, Şişman AÖ, Karagöktaş M, Demir ÖF, 2013. Toprakların doymun koşullardaki hidrolik iletkenlik değerlerinin pedotransfer eşitliklerle tahminlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(1): 84-92.
- Zhang L, Yu D, Shi X, Xu S, Xing S, Zhao Y, 2014. Effects of soil data and simulation unit resolution on quantifying changes of soil organic carbon at regional scale with a biogeochemical process model. *PLoS ONE* 9(2): e88622.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Su stresi koşulları altında fındık zuruf kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri

Esra Kutlu Sezer <sup>1</sup>, Damla Bender Özenç <sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

### Özet

Bu çalışmada, farklı tekstüre (killi tın ve kumlu tın) sahip topraklara değişik oranlarda zuruf kompostu uygulanmış (0, 3 ton da<sup>-1</sup>, 6 ton da<sup>-1</sup>, 8 ton da<sup>-1</sup>) ve su noksanlık stresi (tarla kapasitesinin %75'i, %50'si ve %25'i düzeyi) altında mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Bitki sapa kalkma döneminde hasat edilmiş, kök ve gövde kuru ağırlıkları, gövde/kök oranı, bitki boyu, yaprak azot, fosfor ve potasyum içerikleri incelenmiştir. Toprak tekstürü kök ağırlığı, gövde/kök oranı, bitki boyu, yapraktaki temel besin içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Kök kuru ağırlığı (2.38 g), bitki boyu (40 cm), killi tın topraklarda, gövde/kök oranı (0.55), yaprak azot, fosfor ve potasyum içerikleri kumlu tın topraklarda daha yüksek bulunmuştur. Zuruf kompostunun gövde/kök oranı üzerine etkisi olmazken, diğer parametrelerin her biri kompost dozunun artışına paralel olarak artmış, 8 ton da<sup>-1</sup>lik uygulama en yüksek değerleri vermiştir. Su stresi temel makro element konsantrasyonlarını etkilemiştir. Yaprakta azot ve fosfor kapsamı (%3.40 ve %0.16) %50 su stresi koşullarında artmıştır. Potasyum içeriği üzerine su stresi tekstüre bağlı olarak etkili olmuş, %50 su stresi uygulanan kumlu tın toprakta yetişen bitkilerde %3.99 olarak belirlenmiştir. Tüm bulgular dikkate alındığında, toprağa 8 ton da<sup>-1</sup> kompost karıştırıldığı koşullarda tarla kapasitesinin %50' si düzeyinde sulama yapılmasının yeterli olacağı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Zea mays L., kompost, su stresi, kök-gövde, besin elementi.

### Effects on growth parameters of maize of hazelnut husk compost applications under water stress conditions

### Abstract

In this study, husk compost at various ratios (0, 3 ton da<sup>-1</sup>, 6 ton da<sup>-1</sup>, 8 ton da<sup>-1</sup> was applied to different textured soils (clay loam and sandy loam) and maize were grown under water-deficit stress (water applications 75%, 50% and 25% at the levels of field capacity). Plants were harvested bolting period and it was investigated root and shoot weight, shoot/root ratio, plant height, nitrogen, phosphorus and potassium contents in leaf. Soil texture was effective on the root weight, shoot/root ratio, plant height, and basic elements contents of leaf. Root dry weight (2.38g) and plant height (40cm) in clay loam soil; shoot/root ratio (0.55), nitrogen, phosphorus and potassium contents were higher in sandy loam soil. Husk compost did not impact the shoot/root ratio, each of the other parameters increased in parallel with the increase of compost doses and 8 ton da<sup>-1</sup> application gave the highest values. Water stress have been influential on basic macro element concentrations. The leaf nitrogen and phosphorus content (3.40% and 0.16%) increased at 50% water stress conditions. The water stress on the potassium content was effective depending on the texture, and it was determined as 3.99% for the plants grown on the sandy loam soil subjected to 50% water stress. When all data are taken into account, it can be said that irrigation at 50% of the field capacity is sufficient when the soil is mixed with 8 ton da<sup>-1</sup> compost.

**Keywords:** Zea mays L., compost, water stress, root-shoot, nutrient elements.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Mısır, gerek insan beslenmesinde, gerekse hayvan yemi olarak ve sanayinin değişik kollarında hammadde olarak kullanılması nedeniyle, pek çok ülkenin tarımsal ürün deseninde kolayca yer bulmaktadır. Yılın en sıcak döneminde yetişen bir bitki olduğundan su tüketimi fazladır. Bunun yanında, tarla bitkileri arasında

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0533 7457285

E-posta : [damlabender@hotmail.com](mailto:damlabender@hotmail.com)

Geliş Tarihi : 15 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2018

e-ISSN : 2146-8141

suyu en etkili kullanan, yani birim su ile en fazla kuru madde üreten bir bitkidir. Mısır bitkisi, gelişim dönemlerinde topraktaki su açığına karşı farklı tepkiler gösterir; en duyarlı dönemin çiçeklenme + dölleme dönemleri olduğu belirtilmektedir (Hanks ve ark., 1978; Öğretir, 1993). Büyüme süresince toprakta bol su ister, özellikle sapa kalkma ile çiçeklenme dönemleri arasında çok su tüketir. Su stresine duyarlı olan ve hızlı gelişen mısır bitkisinin sulanmasına 6-7 yapraklı dönemde başlanmalı, sapa kalkma, çiçeklenme ve dane dolmuş dönemlerinde de mutlaka sulamalar yapılmalıdır. Akıncı ve Lösel (2009) raporlarında, su stresinin sebze ve yağ bitkileri üyelerinin çoğunda uzunluk, yaprak sayısı, yaprak alan indeksi taze ve kuru ağırlıkta azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Bitkiler büyümek, hayatta kalmak, fotosentez ve besin alımı gibi fizyolojik süreçleri sağlamak için dokularında yeterli miktarda suya ihtiyaç duyarlar (Kramer ve Boyer, 1995; Larcher, 1995). Su noksanlığı çimlenmenin azalmasına (Kaya ve ark., 2006), kök gelişiminin sınırlanmasına, bitkinin kökleri ile yeterince besin maddesi alıp gövde kısmına taşınmasını engellemekte (Garg, 2003), böylece verim ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır (Frederick ve ark., 2001; Hussain ve ark., 2008).

Tarımsal alanlara baskının giderek artış gösterdiği günümüz koşullarında, bitkisel üretimde yeni yaklaşımlar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. İklimsel değişimlere bağlı olarak (Jones ve ark., 2005) sıkça karşılaşılan kuraklık sorunları suyun topraklarda tutulması ve kullanılabilirliğinin artırılması zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla, en kolay ve doğal olan yollardan birisi, toprakların su tutma kapasitesini artıracak materyallerin karıştırılarak kullanımının yaygınlaştırılması gerekir. Bu nedenle, topraklara organik madde kaynağı olarak materyallerin ilave edilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde artık bu amaçlarla birçok organik atık veya artık doğrudan ya da kompostlanarak uygulanabilmektedir. Kompost, önemli bir organik madde kaynağı olup, en önemli özelliği toprak yapısını düzenlemesidir. Ayrıca kompost gibi toprağın su tutma kapasitesini arttıran uygulamalar yapılması bitkinin suyu etkin kullanmasında önemli katkı sağlar.

Ülkemiz için en önemli tarım ürünlerinden fındığın hasat artışı olan zuruf (ortalama 400 000 t/yıl), değerlendirilmeyi bekleyen bir potansiyel oluşturmaktadır. Fındık zurufunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, onun organik bir materyal olarak kullanılabilmesini, ancak yüksek C/N nedeniyle doğrudan değil, kompostlanarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Çalışkan ve ark., 1996). Fındık zuruf kompostu tane büyüklüğüne bağlı olarak toprak özelliklerini olumlu yönde etkilediği, kaba fraksiyonların (2-4 mm ve 4-6.35 mm) toprakların fiziksel özellikleri, ince fraksiyonların (0-2 mm ve 2-4 mm) ise toprakların kimyasal özellikleri üzerine daha etkili olduğunu belirtilmiştir (Özenç, 2005). Benzer şekilde, Zeytin ve Baran (2003) yapmış olduğu çalışmada, killi tın ve kumlu tın bünyeli iki ayrı toprağa uyguladığı kompostlaşmış fındık zurufunun toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Erkenci ve orta mısır çeşitlerinin gelişimi üzerine farklı kompostların etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, fındık zurufu kompostunun erkenci çeşitte kök ağırlığı ve bitki boyunda daha etkili olduğu, orta çeşitte ise gövde/kök oranını artırdığı ifade edilmiştir (Yılmaz ve Bender Özenç, 2012). Su stresi altında yetiştirilen domates fidelerin gelişimi ve transpirasyonunda ortamda % 25 ve % 50 fındık zuruf kompostunun bulunması, stresin etkilerinde azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir (Bender Özenç, 2008).

Fındık zuruf kompostu sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yetiştiricilikte kullanılması durumunda potansiyel oluşturabilecek ve çeşitli yönlerden yararlar sağlayabilecek bir materyal özelliğindedir. Bu çalışma ile farklı tekstüre sahip topraklarda su stresi koşulları altında yetiştirilen mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerine fındık zurufu kompostunun etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışma, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait yüksek tünel serasında yürütülmüştür. Denemede killi tın ve kumlu tın bünyeye sahip topraklar, organik materyal olarak ise, hasat sonrası 4 yıl bekletilmiş yığınlardan alınan fındık zuruf kompostu kullanılmıştır. Tüm materyaller 4 mm' lik elekten elendikten sonra bazı temel analizler yapılmıştır (Tablo 1). Topraklar, hafif alkali, tuzsuz, organik madde içerikleri bakımından yetersizdir. Toplam azot, alınabilir fosfor bakımından az, potasyum bakımından ise yeterli durumdadırlar. Kolay alınabilir su içerikleri ve havalanma kapasitesi bakımından da sınır değerlerin çok altındadır. Bir substrat olarak kullanılan fındık zurufu kompostu havalanma kapasitesi bakımından yüksek, kolay alınabilir su içeriği bakımından ideal sınırlar içerisinde yer almaktadır (Tablo 1). Verdonck ve ark. (1984), ideal bir büyüme için bir substratın % 20-25 havalanma kapasitesi, % 20-30 kolay alınabilir su içeriği ve % 5-7 su



tamponlama kapasitesine sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Yüksek organik madde miktarı, uygun pH ve EC değerlerine karşılık, yetersiz N ve P içeriği, fazla ve yeter düzeyde K elementi içeriğine sahiptir.

Tablo 1. Topraklara ve fındık zuruf kompostuna ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

	Tekstür			HA (gcm <sup>-3</sup> )	KAS (%)	HK (%)	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	TK (%)	OM (%)	N (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)										
CL	40	28	32	1.27	8.63	7.57	7.89	1.86	37.1	2.84	0.09	6.82	0.54
SL	69	10	21	1.53	15.30	6.41	7.38	1.22	10.8	1.23	0.07	3.17	0.36
FZK	-	-	-	0.17	25.87	32.85	7.07	1.88	-	64.02	1.05	628	363

Mısır tohumu, Mataro F1 çeşit, tek melez, birinci ve ikinci ürün olarak ekilebilen hibrit bir çeşit kullanılmıştır. Fındık zuruf kompostu çalışmanın amacına uygun olarak, 1 dekar toprağa karıştırılan materyal miktarları dikkate alınarak 3-6-8 t da<sup>-1</sup> olacak şekilde saksı topraklarına karıştırılarak çeşitli ortamlar hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlara ait bazı fiziksel özellikler Tablo 2'de verilmiştir. Her iki tekstüre sahip toprağa fındık zuruf kompostu ilavesi, bitki gelişimi için en önemli fiziksel özellik olan hava-su dengesini düzenlemiştir. Tüm kompost uygulamaları kumlu tın toprağın su tutma kapasitesini sınır değerler içerisinde yer almasını sağlarken, killi tın toprakta 8 t da<sup>-1</sup> uygulaması havalanma kapasitesini düzenlemede yeterli olmuştur.

Tablo 2. Fındık zuruf kompostu karıştırılan toprakların bazı fiziksel özellikleri

Uygulamalar	Hacimsel su, (% θ)			Havalanma Kapasitesi (%)	Kolay Alınabilir Su (%)	Hacim Ağırlığı (gcm <sup>-3</sup> )
	kPa					
	0	1	5			
%100 Killi tın	65.39	57.82	49.19	7.57	8.63	1.27
Killi tın toprak +3 t da <sup>-1</sup> kompost	72.38	62.05	49.64	10.33	12.41	1.17
Killi tın toprak + 6 t da <sup>-1</sup> kompost	80.86	65.45	51.84	15.41	13.61	1.02
Killi tın toprak + 8 t da <sup>-1</sup> kompost	93.67	71.14	55.27	22.53	15.87	0.93
%100 Kumlu tın	38.69	32.28	16.97	6.41	15.30	1.53
Kumlu tın toprak +3 t da <sup>-1</sup> kompost	50.70	35.78	15.63	9.54	20.15	1.21
Kumlu tın toprak +6 t da <sup>-1</sup> kompost	53.42	41.02	19.21	12.40	21.81	1.23
Kumlu tın toprak +8 t da <sup>-1</sup> kompost	63.60	47.84	23.77	15.76	24.07	1.08

## Denemenin Kurulması

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre, iki toprak tekstürü (killi tın ve kumlu tın), dört kompost dozu (0, 3, 6, 8 t da<sup>-1</sup>), üç su stresi (tarla kapasitesinin % 75' i, % 50' si, % 25'i düzeyinde) ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. 4 mm' lik elekten elenmiş toprak ve kompost materyali, belirlenen oranlarda ayrı ayrı karıştırılarak hazırlanan ortamlar 3 kg toprak alan saksılara doldurulmuş ve her uygulama için gruplandırma yapılmıştır. Her saksıya 5' er tohum, 5 cm derinliğe ekilmiş; tohumların ekiminden itibaren çimlenme meydana geldikten ve mısır bitkisi 4-6 yapraklı olana kadar, tüm saksılara tarla kapasitesinin % 75' i düzeyinde su verilmiş ve her saksıda iki mısır bitkisi kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Temel gübreleme amacıyla 125 ppm/ saksı K ve 100 ppm/ saksı P içeren KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 200 ppm/saksı Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve 2.5 ppm/saksı Fe gübrelemesi yapılmıştır. Deneme süresi boyunca, başka gübre uygulanmamıştır.

Su stresini oluşturabilmek için toprak yüzeyinden kaynaklanan buharlaşma ile su kaybını önlemek amacıyla her saksının üzeri naylon malzeme ile kapatılmıştır. Sulamayı yapabilmek amacıyla her saksıya borular yerleştirilmiştir. Su stresi uygulamalarının her biri için saksılar ayrı ayrı gruplandırılmıştır. Tarla kapasitesinin % 75' i düzeyinde yapılan sulama ile bitkilere yeterli düzeyde su verilip, bu grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Tarla kapasitesinin % 50' si ve % 25' i su uygulamaları, sadece bu grupta bulunan saksılardaki bitkilere ayrı ayrı uygulanarak bitkiler strese sokulmuştur. Bu işlem, her iki toprak ile hazırlanan ortamlarda yetiştirilen bitkilere saksı ağırlığı ve sulama yapabilmek amacıyla saksılara yerleştirilen boruların ağırlıkları da göz önüne alınarak uygulanmıştır. Bitkiler hasat edilmeden önce (yaklaşık 70 gün), mısır yetiştiriciliğinde gereken kültürel işlemler yapılmıştır.

## Analiz Yöntemleri

Bitkiler hasat edilmeden önce toprağın hemen üzerinden bitkinin uç kısmına kadar olan bölüm ölçülerek bitki boyu belirlenmiştir. Daha sonra, toprak üstü kısmından bitki hasat edilmiştir. Denemedeki her bitkinin kök kısımlarını topraktan ayırmak için, saksılar bir kap içerisine konan elek üzerinde ayrı ayrı yıkanarak, kök kayıplarının oluşması engellenmeye çalışılmıştır. Yıkanan kökler elek üzerinden toplanarak, saf suyla yıkandıktan sonra kaba kurutma kağıdıyla fazla suyu emdirildikten sonra, gövde ve kökler etüvde 65 °C' de

48 saat süre ile kurutularak gövde ve kök kuru ağırlıkları alınmış; bu iki değer oranlanarak gövde/kök oranı belirlenmiştir.

Deneme topraklarına ait özelliklerin belirlenmesinde, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri hava kuru duruma getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak bünyesi hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951), hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'a göre, tarla kapasitesi Klute (1986)'a göre, toprak pH ve EC' si 1:2.5 toprak:su karışımında (U.S.Salinity Lab.Staff, 1954), organik madde Walkley-Black yaş yakma yöntemi ile Nelson ve Sommers (1982)' e göre, toplam azot (Bremner, 1965), yarıyıllı fosfor (Olsen ve Watanable, 1957), yarıyıllı potasyum (Knudsen ve ark., 1982) tarafından belirtildiği şekilde analiz edilmiştir. Organik materyallerin ve hazırlanan ortamların tanımlanması amacıyla hacim ağırlığı, rutubet karakteristik değerleri, kolay alınabilir su yüzdesi ve havalanma kapasitesi De Boodt ve ark. (1973)' e göre, organik madde DIN 11542 (1978)'e göre, pH ve EC Gabriels ve Verdonck (1992)' a göre belirlenmiş, materyal ve bitkilerde P ve K Chapman ve ark. (1961)'na göre yapılmıştır.

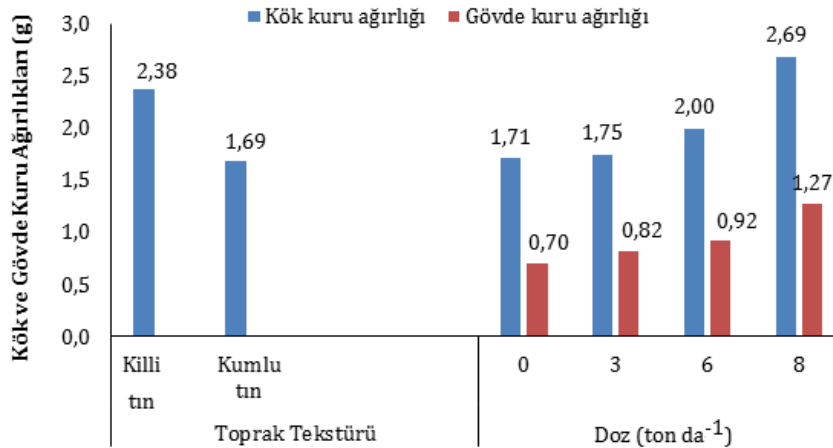
Deneme sonunda elde edilen veriler "JUMP" paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile analiz edilmiş ve önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için % 5 önem düzeyinde LSD (Least Significant Difference-en küçük önem farkı) çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, sonuçlar ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Kök ve Gövde Kuru Ağırlığı

Mısır bitkisinin kök ve gövde kuru ağırlığı üzerine stresi uygulamaları istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmazken, kök kuru ağırlığında toprak tekstürü ve kompost uygulamaları ( $p < 0.01$ ) düzeyinde, gövde kuru ağırlığında ise sadece kompost uygulamaları ( $p < 0.01$ ) düzeyinde önemli etkide bulunmuştur.

Killi tın topraklardaki mısır bitkilerinin kök kuru ağırlığı 2.38 g olurken, kumlu tın topraklarda 1.69g ölçülmüştür (Şekil 1). Kök gelişmesi ve büyümesi üzerine çevre koşulları önemli etki yapar. Bu çevre koşulları besin elementlerinin cins ve miktarları, toprak havası, toprak nemi, toprak sıcaklığı ve toprak tekstürü olarak sınıflandırılabilir (Kacar ve ark., 2009). Killi tın topraklar kumlu tın topraklara oranla daha fazla boşluk oranına sahip oldukları için köklerin gelişiminin bu topraklarda daha yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Bozkurt (2005), mısır bitkisinin toprak seçiciliğinin fazla olmadığı, yine de çok kumlu ya da ağır killi olanlar dışında kalan, organik madde ve alınabilir besin maddelerince zengin, derin, iyi drenajlı ve yüksek su tutma kapasitesine sahip toprakların, yüksek verim için daha uygun olduklarını ifade etmiştir.



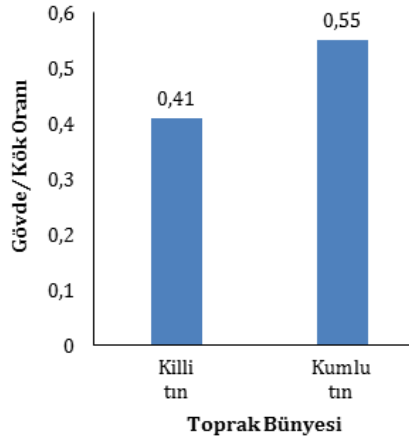
Şekil 1. Toprak bünyesi ve fındık zuruf kompost uygulamalarının bitkinin kök ve gövde kuru ağırlıklarına etkisi

Toprakta kompost kaynağı olması bitkinin toprakaltı ve topraküstü aksamının gelişmesi için yeterli bir etmen olduğu görülmüştür. Kompost uygulaması yapılmadan yetişen bitkilerin kök ve gövde kuru ağırlıkları 1.71g ve 0.70g olurken, 8 t da<sup>-1</sup> uygulama ile sırasıyla 2.69g ve 1.79 g ağırlığa ulaşılmıştır ki, bu kök için %57, gövde için %155 oranında bir artış demektir (Şekil 1). Bir bitkinin kök gelişimi arttıkça toprakla olan temas yüzeyinin artışına bağlı olarak, bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementi ve suyu karşılaması da artarak topraüstü aksamın gelişmesini teşvik etmiştir. Fındık zuruf kompostu, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısını düzenlemiş, yapısında bulunan besin elementleri ile bitkide kök ve gövde gelişimini sağlamış, bunun yanı sıra toprakların havalanma ve su tutma kapasitesini arttırarak su stresinin etkilerinin azalmasına ve bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan daha fazla faydalanmasına yardımcı olmuştur (Tablo 2). Kompostlaşmış

findık zurufunun toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Zeytin ve Baran, 2003; Bender Özenç, 2006). Toprağa karıştırılan çeşitli kompostların ve organik gübrelerin toprak havalanmasının gelişmesine bağlı olarak kök büyümesi olumlu etkilendiği (Öztürk ve Bildik, 2005; Yıldız ve ark., 2010), Alagöz ve ark. (2006) tavuk gübresi ve çöp kompostu ve işlenmiş leonardit uygulamalarının düzenli kullanılması ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyileştirileceği; organik gübrelerin yeşil aksam, kök ve gövde gelişiminde kimyasal gübrelere göre daha etkili olduğunu (Cheng ve ark., 2009), belediye yeşil artıklarından yapılan kompostun kullanılması ile toprağın su tutma kapasitesinin yükseldiği (Belyaeva ve Haynes, 2010) ifade edilmiştir. Topraklarda organik materyal olarak kullanılan findık zuruf kompostunun varlığı, su stresine bağlı meydana gelmesi beklenen olumsuzların ortaya çıkmasını baskıladığı söylenebilir. Bu tür materyaller toprak bünyesine bağlı farklılıkların ortadan kalkması ve dolayısıyla da su noksanlığında oluşacak zararlanmaların azalmasına yardımcı olmaktadır.

### Gövde/Kök Oranı

Farklı bünyeye sahip topraklara ilave edilen findık zuruf kompost uygulamaları, farklı su noksanlık stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin gövde/kök oranı üzerine sadece toprak bünyesi ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Gövde/kök oranı, bitkinin gövde ve kök kuru ağırlıklarının oranlanmasıyla hesaplanmış, buna göre kumlu tın toprakta killi tın toprağa göre daha yüksek gövde/kök oranı bulunmuştur (Şekil 2). Kil içeriği yüksek toprakların, toplam boşluklar yüzdesi yüksek olurken, daha çok mikro gözeneklere sahiptirler. Bu nedenle, bitki kökleri suya ve besin elementlerine ulaşabilmek için daha fazla kılcal kök oluşturur ve toplam kök miktarı da artar. Bu durum, gövde gelişimini de desteklemektedir. Ancak, kök ve gövde gelişimindeki artış, bu oranlamayı düşürmüştür. Dolayısıyla, kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisindeki gövde/kök oranındaki artış göreceli bir artış olarak değerlendirilmiştir. Yılmaz ve Bender Özenç (2012), findık zurufu ve çay atığı kompost uygulamalarının mısır bitkisinde gövde kuru ağırlığına olumlu yönde etki ettiğini belirtmiştir.



Şekil 2. Toprak bünyesinin bitkinin gövde/kök oranına etkisi

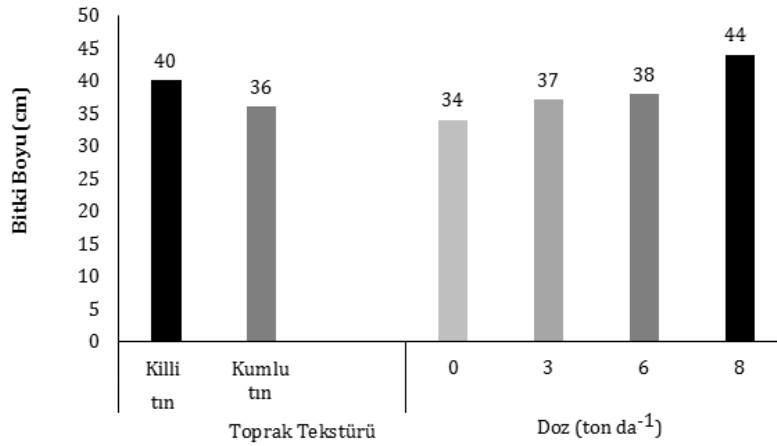
Benjamin ve ark. (2014), mısır bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde su stresine kök ve gövde biyokütlesi arasında negatif bir ilişki olduğu, su stresinin artmasına bağlı olarak tüm gelişme dönemlerinde kök/gövde oranında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Artan su stres düzeyleri ile mısır bitkisinin gövde/kök oranındaki azalmanın, kompost uygulamalarının bitkisinin su stresine karşı olan olumsuz etkilerini azaltması olduğu düşünülmektedir.

### Bitki Boyu

Mısır bitkisinin boy gelişimi üzerine toprak bünyesi ve findık zuruf kompostu uygulamaları istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $p < 0.01$ ) oluşturmuştur. Bitki boy gelişimi, çeşit özelliğine bağlı olmakla birlikte bitkinin yetiştiği ortam koşullarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Yetiştirme ortamı olan topraklar, sahip oldukları tekstürel yapıya göre farklı fiziko-kimyasal özellikler taşırlar. Bu özellikler, bir bitki için temel yapıyı oluşturur. Killi tın toprakta yetiştirilen bitkinin boyu, kumlu tın topraktaki daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 3).

Bu, killi tın toprakların daha iyi fiziksel özelliklerine bağlı olarak bitkinin vejetatif gelişimini olumlu yönde etkilemesinden kaynaklanabileceği gibi, killi tın toprakların içermiş oldukları besin elementlerinin fazla

oluşu da etkili olmuştur. Benzer şekilde, fındık zuruf kompost uygulamaları ile bitki boyu 31-44 cm arasında değişmiş, 8 t da<sup>-1</sup> kompost uygulaması ile % 29'luk artış meydana gelmiştir (Şekil 3). Özellikle stres koşullarının yaratacağı olumsuz etkiler, kompost uygulamaları ile ortadan kalkmıştır. Organik kökenli birçok madde, toprakların hem fiziksel hem de kimyasal yapısını düzenleyerek bitki gelişimi için daha iyi bir ortam sağladığı yapılan birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Şeker ve Ersoy (2005) çöp kompostu, sığır gübresi ve leonardit kullanarak yaptıkları çalışmada, kullanılan materyallerin yetiştirmiş oldukları mısırlarda bitki boyu gelişimi üzerine olumlu etkileri olduğunu vurgulamışlardır. İç ve Gülser (2008), kil, tın ve kum bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine tütün atığının düzenleyici yönde etkiler meydana getirdiği; Bender Özenç ve Özenç (2009), toprağa uzun dönem fındık zuruf kompostu uygulamalarının su tutma kapasitesi, kullanılabilir su içeriği, makro-por ve mikro-por yüzdesi ve bazı toprak özelliklerini ilk yılda düzelttiğini bildirmişlerdir.

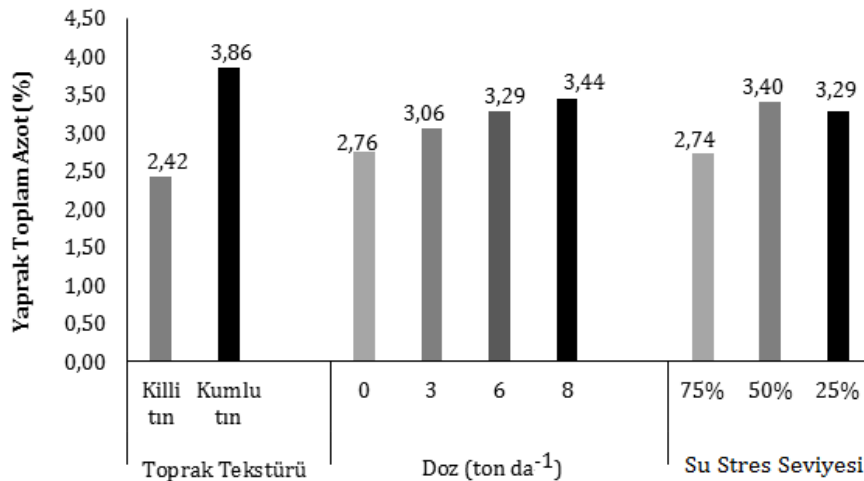


Şekil 3. Toprak bünyesi ve fındık zuruf kompost uygulamalarının bitki boyuna etkisi

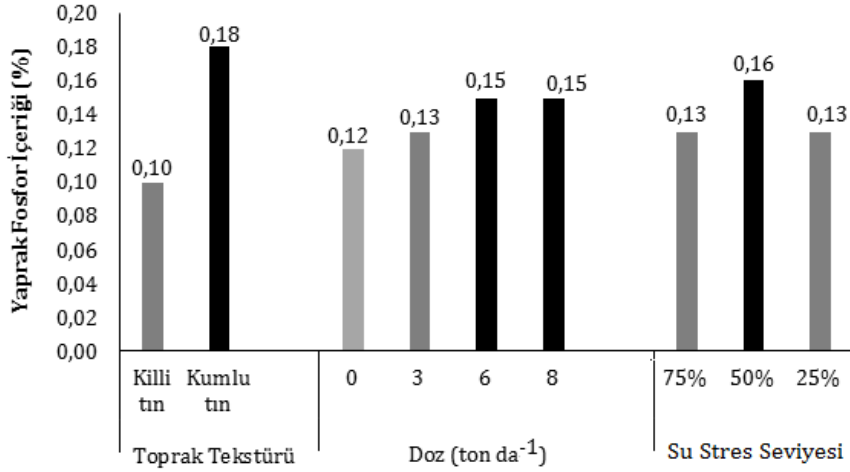
Bitkilerin tüm metabolik işlevleri stresi koşulları altında olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Ancak, organik madde kaynağı olarak kullanılan fındık zuruf kompostu, su stresinin olumsuz etkilerinin oluşmasını engellediği söylenebilir.

### Yaprak Azot, Fosfor ve Potasyum İçeriği

Mısır bitkisinin toplam azot, fosfor ve potasyum içeriği üzerine tüm faktörler (toprak tekstürü ve fındık zuruf kompost dozları ve su stres düzeyleri) istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Kumlu tın topraklarda yetiştirilen bitkinin azot, fosfor ve potasyum kapsamı (% 3.38, % 0.18, % 3.92) killi tın topraklardakinden (% 2.42, % 0.10, % 3.55) daha yüksek bulunmuştur. Fındık zuruf kompost ilavesi ile bitkinin yaprak azot içeriği % 2.76-% 3.44, fosfor içeriği % 0.12-% 0.15, potasyum içeriği ise % 2.58- % 4.45 arasında değişmiş, 8 t da<sup>-1</sup> uygulama azotta %24'lük, fosforda %25'lik, potasyumda ise %72'lik artış sağlamıştır (Şekil 4, Şekil 5).

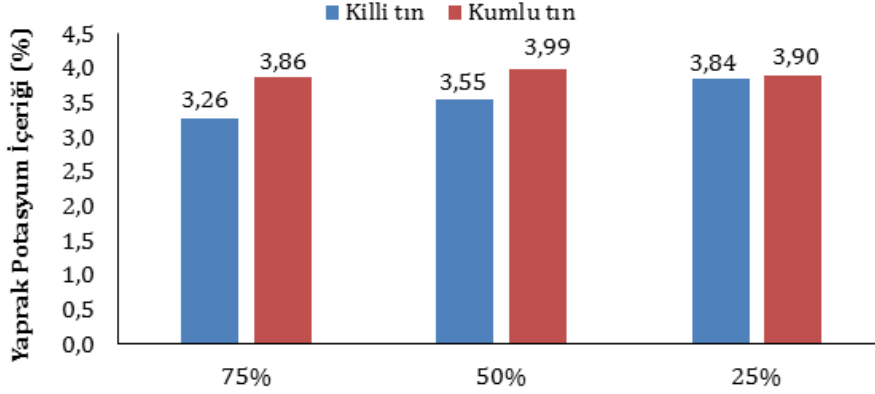


Şekil 4. Toprak bünyesi, su stres düzeyleri ve fındık zuruf kompost uygulamalarının yaprak azot içeriğine etkisi



Şekil 5. Toprak bünyesi, su stres düzeyleri ve fındık zuruf kompost uygulamalarının yaprak fosfor içeriğine etkisi

Bu sonuçlar, kompostun bazı kimyasal özellikleri bakımından uygun ve yeter düzeylere ve özellikle potasyum içeriği bakımından dikkati çeken bir materyal (Kacar ve Katkat, 2009) olması ile yakından ilişkilidir (Tablo 2). Özenç ve ark. (2006), toprağa karıştırılan fındık zuruf kompostunun toprak organik madde miktarı ve toplam azot içeriğini ilk yıl artırarak hayvan gübresi kadar etkili bit materyal olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla, kompost dozlarının artışıyla bitkide bulunan azot miktarı da doğrusal bir artış göstermiştir. Diğer yandan, tarla kapasitesinin % 50' si düzeyinde su uygulamasında azot ve fosfor içerikleri sırasıyla %3.40 ve % 0.16' ya çıkmış, stresin düzeyinin artmasıyla tekrar azalma meydana gelmiştir (Şekil 4, Şekil 5). Nejad ve ark. (2014), yapılan çalışmalarda nem stresinin N miktarında artış, P' da azalmaya neden olduğu, K alımı üzerine farklı etkiler meydana getirdiğini rapor etmiştir. Yaprak potasyum içeriğinde üzerine su stresi tekstüre bağlı olarak etkili olmuş, kumlu tın toprakta % 50 stres düzeyinde en yüksek potasyum içeriği belirlenmiştir. Kontrol koşullarına göre % 22 'lik bir artış meydana gelmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Toprak bünyesi ve su stres düzeylerinin yaprak potasyum içeriğine etkisi

Bitkiler, su stresi ile karşılaştığında farklı tepkiler göstermektedir. Stres koşulları altında yaşam döngüsünü tamamlayabilmek için kuru ağırlıkları azalırken, yapraklardaki besin konsantrasyonlarının artması olası bir tepki olarak kaşımıza çıkmıştır. Nejad ve ark. (2014), mısır ve buğday gibi kuraklığa dayanıklı türlerin, kuraklık altında K alımınının 2-3 kat arttığını, bunun kuru madde birikimine olan eğilimden kaynaklandığı çalışmalarda ifade edildiğini açıklamıştır. Nasri ve ark. (2008), 4 farklı sulama koşulu altında kuraklığa maruz bırakılan karpuzda, kuraklığın şiddeti arttıkça bitkide bulunan N, P, K içeriklerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Bulgular çalışmalarla uyum içerisindedir.

## Sonuç

İncelenen tüm özelliklerden elde edilen veriler değerlendirildiğinde, mısır bitkisinin gelişimi üzerine su noksanlık stresi karşısında, topraklara fındık zuruf kompostu ilave edilmesi, stresin olumsuz etkisini nispeten azalttığı söylenebilir. Killi tın ve kumlu tın bünyeye sahip topraklara 8 t da<sup>-1</sup> kompost karıştırıldığı koşullarda tarla kapasitesinin % 50' si düzeyinde sulama yapılmasının yeterli olacağı belirlenmiş olup, suyun veya sulamanın yetersiz olduğu durumlarda fındık zuruf kompostunun uygulanması önerilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (proje no: TF-1429) desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akinci S, Lösel DM, 2009. The soluble sugars determination in cucurbitaceae species under water stress and recovery periods. *Advances in Environmental Biology* 3(2): 175-183.
- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F, 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(2): 245-254.
- Bender Özenç D, 2006. Effects of composted hazelnut husk on growth of tomato plants. *Compost Science and Utilization* 14(4): 271-275.
- Bender Özenç D, 2008. Growth and transpiration of tomato seedlings grown in hazelnut husk compost under water-deficit stress. *Compost Science and Utilization* 16(2): 125-131.
- Bender Özenç D, Özenç N, 2009. Determination of hazelnut husk decomposition level and of the content of some plant nutrient elements under natural conditions. Proceedings of the Seventh International Congress on Hazelnut, 23-27 June, Viterbo, Italy. *Acta Horticulturae* 845-49, pp. 323-330.
- Belyaeva ON, Haynes RJ, 2010. A comparison of the properties of manufactured soils produced from composting municipal green waste alone or with poultry manure or grease trap/septage waste. *Biology and Fertility of Soils* 46(3): 271-281.
- Benjamin JG, Nielsen DC, Vigil MF, Mikha MM, Calderon F, 2014. Water deficit stress effects on corn (*Zea mays* L.) root:shoot ratio. *Open Journal of Soil Science* 4: 151-160.
- Blake GR, Hartge KH, 1986. Bulk density, Particle density. In: Methods of soil analysis. Part I, ASA-SSSA, Madison, WI, 363-382.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-437.
- Bozkurt Y, 2005. Çukurova koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bremner JM, 1965. Methods of soil analysis Part II. Chemical and Microbiological Properties. In: (eds. Balack CA), American Society of Agronomy Include. Publish Agronomy Series. No:9 Madison USA.
- Chapman HD, Pratt PF, Parker F, 1961. Methods of analysis for soils, Plant and Waters. University of California, Division of Agriculture Science, CA.
- Cheng H, Xu W, Liu J, Zhao Q, He Y, Chen G, 2009. Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. *Ecological Engineering* 29: 96-104.
- Çalışkan N, Koç N, Kaya A, Şenses T, 1996. Fındık zurufundan kompost elde edilmesi. Sonuç Raporu, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Giresun, 41 s.
- De Boodt M, Verdonck O, Cappaert I, 1973. Method for measuring the water release curve of organic substrates. Proc. Sym. Artificial Media in Horticulture, 2054-2062.
- DIN 11542, 1978. Torf für gartenbau und landwirtschaft Germany. Drought tolerance. *Tree Physiology* 24(10): 1165-1172.
- Gabriels R, Verdonck O, 1992. Reference methods for analysis of compost. In: Composting and compost quality assurance criteria. pp. 173-183.
- Garg BK, 2003. Nutrient uptake and management under drought:nutrient-moisture interaction. *Current Agriculture* 27: 1-8.
- Frederick JR, Camp CR, Bauer PJ, 2001. Drought-stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science* 41: 759-763.
- Hanks RJ, Ashcroft GL, Rasmussen VP, Wilson GD, 1978. Corn production as influenced by irrigation and salinity-Utah Studies. *Irrigation Science* 1: 47-59.
- Hussain M, Malik M A, Farooq M, Ashraf MY, Cheema MA, 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy Crop Science* 194: 193-199.
- İç S, Gülser C, 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 104-109.
- Jones GV, White MA, Cooper OR, Storckmann K, 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change* 73: 319-343.
- Kacar B, Katkat V, 2009. Bitki Besleme. Nobel Yayınları: 849, Ankara, 645 s.
- Kacar B, Katkat V, Öztürk Ş, 2009. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları: 848, Ankara, 545 s.
- Kaya M D, Okçu G, Atak M, Çıkılı Y, Kolsarıcı Ö, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* 24(4): 291-295.
- Klute A, 1986. Water retention. laboratory methods. In: Methods of Soil Analysis, Part II. ASA-SSSA, Madison, WI, pp. 635-662.

- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF, 1982. Lithium, sodium and potassium. methods of soil analysis, Part II. ASA-SSSA, WI, pp. 225-245.
- Kramer PJ, Boyer JS, 1995. Water relations of plants and Soils. Academic Press, San Diego.
- Larcher W, 1995. Physiological plant ecology. Springer, Berlin.
- Nasri M, Khalatbari M, Zahedi H, Paknejad F, Moghadam HR, 2008. Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed watermelon (*Brassica napus* L.). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3(3): 579-583.
- Nejad TS, Bakhshande S, Nasab, SB, Payande K, 2014. The effect of drought stress on transport trend and nutritional elements accumulation in crop plant roots. *Report and Opinion* 6(9): 68-77.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and soil organic matter. (Ed: A L Page) In: *Methods of Soil Analysis, Part II. ASA-SSSA, Madison, WI*, pp. 539-579.
- Olsen SR, Watanable FS, 1957. A method to determine a phosphorus adsorption maximum for soils as measured by langmuir isotherm. *Soil Science Society American Proceedings* (21): 144-149.
- Öğretir K, 1993. Eskişehir koşullarında mısırın su-verim ilişkiler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özenç BD, 2005. Usage of hazelnut husk compost as growing medium. *Acta Horticulturae* 686: 309-319.
- Özenç N, Bender Özenç D, Çaycı G, 2006. Effects of hazelnut husk compost, peat, farmyard manure and chicken manure on soil organic matter and N nutrition and hazelnut yield. 18<sup>th</sup> International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life Earth, Managing Soil and Technology. Proceeding (II), 22-26 May, Şanlıurfa, Turkey, pp. 937-945.
- Öztürk M, Bildik B, 2005. Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Şeker C, Ersoy İ, 2005. Değişik organik gübreler ve leonarditin toprak özellikleri ve mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (35): 46-50.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook, No: 60, U.S.D.A.
- Verdonck OR, Pennick R, De Boodt M, 1984. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Horticulture* 150: 155-160.
- Yıldız Ş, Ölmez E, Kiriş A, 2010. Kompost teknolojileri ve İstanbul'daki uygulamaları. Kompostlaştırma Sistemleri Ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, İstanbul.
- Yılmaz S, Bender Özenç D, 2012. Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of Corn Plant (*Zea mays* L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management", 15- 17 May, İzmir, Turkey, pp. 620-626.
- Zeytin S, Baran A, 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresource Technology* 88 (3): 241-244.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Orta Karadeniz bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği

Seval Sünal<sup>1,\*</sup>, Ülkü Dikmen<sup>1</sup>, Sabit Erşahin<sup>1</sup>, Tayfun Aşkın<sup>2</sup>

Damla Bender Özenç<sup>2</sup>, Ceyhan Tarakçıoğlu<sup>2</sup>, Kürşat Korkmaz<sup>2</sup>, Turgut Kutlu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

<sup>2</sup> Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

<sup>3</sup> Seyh Edebali Üniversitesi, Tarım ve Yaşam Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

### Özet

Toprakların tarımsal, orman, mera ve kentsel amaçlı kullanımının planlamasında, toprak özellikleri ve süreçlerinin modellenmesinde toprak değişkenliği dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu çalışmada, Samsun ili Terme İlçesi'nde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından kullanılan arazileri de kapsayan yaklaşık 1.400 hektarlık bir alanda bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği incelenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğinden gelişigüzel örnekleme yöntemine göre 100 toprak örneği alınarak laboratuvarında CaCO<sub>3</sub>, toprak organik maddesi, kation değişim kapasitesi (KDK), elektriksel iletkenlik (EC) ve pH için analiz edilmiştir. Toprak değişkenlerinin uzaysal yapısı semivaryogramlar kullanılarak modellenmiş ve daha sonra krigleme ile yüzey haritaları oluşturularak uzaysal değişim desenleri incelenmiştir. Toprak özelliğinden sadece CaCO<sub>3</sub> normale yakın bir dağılım göstermiş, TOM ve KDK küresel modelle, diğerleri ise Gaus (Gaussian) modelle modellenmiştir. En düşük nugget etkisi EC en yüksek ise pH için hesaplanmış, EC ve CaCO<sub>3</sub> kuvvetli, diğerleri ise orta uzaysal bağımlılık sergilemiştir. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği birbirleriyle benzerlik göstermekte olup, toprak tekstürü ve arazinin kullanımın bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuçların, çalışma alanındaki arazilerin sürdürülebilir kullanım planlamasında katkı sağlayabilecek ve kültürel uygulamalarda (sulama, gübreleme, toprak işleme, vb.) kaynak kullanımında tasarruf edilmesi, arazi bozulmasının önlenmesi ve çevre sağlığının korunması bakımından bölgedeki yetiştirici ve uygulayıcılara rehber olabilme potansiyeli bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Krigleme, nugget etkisi, toprak kimyasal özellikleri, semivaryogram, uzaysal değişkenlik.

### Spatial variation of chemical properties of colluvial-alluvial soils in central Black Sea Region

#### Abstract

Soil spatial variation is an important factor to be regarded in land use planning and water and nutrient management in soils. In this study, spatial variation of some soil properties in an approximately 1400 ha area comprising the soils used by Black Sea Agricultural Research Institute were evaluated. One hundred soils samples were taken from 0-20 cm soil depth by random sampling scheme and analyzed for soil organic matter (SOM), cation exchange capacity (CEC), CaCO<sub>3</sub>, pH, and electrical conductivity (EC) in the laboratory. The spatial structures of soil properties were modeled by semivariograms and their surface maps were built by kriging interpolation of five soil properties, only CaCO<sub>3</sub> exhibited normal-like distribution, and SOM and CEC were modeled with spherical, and others with Gaussian model. Lowest nugget effect occurred for EC and highest for pH, and EC and CaCO<sub>3</sub> were strongly spatially dependent, while the others were moderately spatially dependent. Spatial pattern of soil properties were somehow similar one to another, and this was attributed to soil texture and land use, which occurred as common controlling factors of spatial variability of studied soil variables in the study area. The results have a potential to be used in sustainable land use planning and to guide growers in revising/adapting management practices (e.g. fertilizer use, irrigation, soil tillage, etc.) for mitigating land degradation, protecting environmental health, and saving resources.

**Keywords:** Kriging, nugget effect, soil chemical properties, semivariogram, spatial variation.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Topraklar; iklim, vejetasyon ve zamanın farklı topografyalarda ana materyal üzerine etkisi sonucu oluşmuşlardır. İklim, topografya ve vejetasyonun nispi etkilerinin bir sonucu olarak, aynı ana materyalden

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 376 212 2757

E-posta : [sevalsunal@karatekin.edu.tr](mailto:sevalsunal@karatekin.edu.tr)

Geliş Tarihi : 15 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2018

e-ISSN : 2146-8141



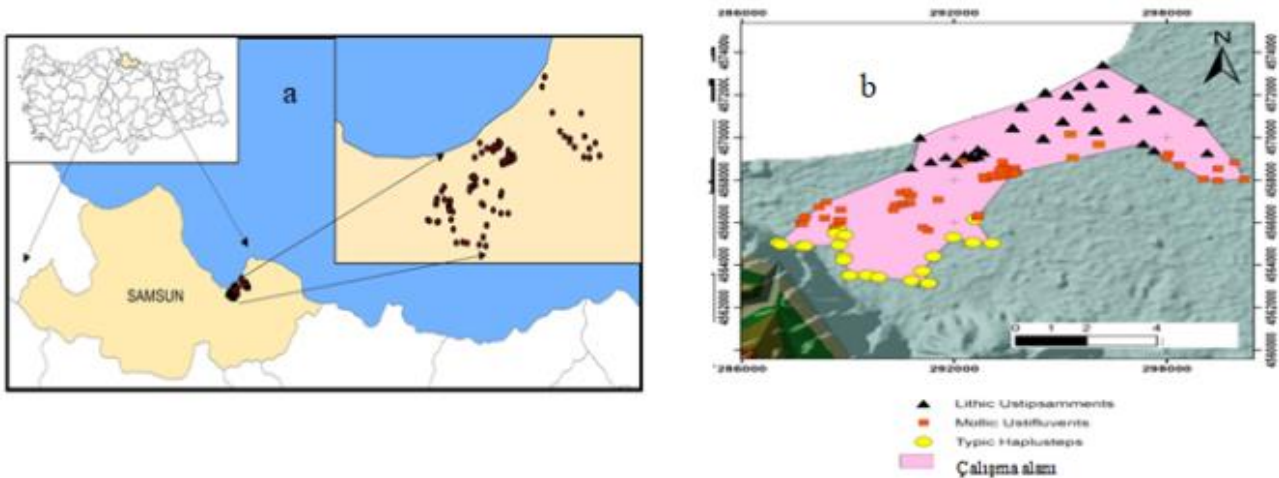
oluşan toprakların zamanla son derece farklı özellikler kazandıkları görülmektedir (Mulla and McBratney, 2000). Başarılı bir toprak idaresinde toprak değişkenliği önemli bir faktördür. Toprak özelliklerinin arazideki değişkenliği düzenli veya gelişigüzel olabilir (Goderya, 1998). Gelişigüzel bir değişkenliğin analizinde klasik istatistik kullanılabilir. Klasik istatistikte, bir özelliğin değişkenliğinin belirlenmesinde, o özelliğin aritmetik ortalama, varyans, basıklık ve çarpıklık gibi dağılım ölçülerine bakılır. Bu yöntem, ilgili değişkenin arazideki değerlerinin birbirinden bağımsız olduğunu ve aritmetik ortalamasının arazinin her yerinde aynı olduğunu kabul etmektedir (Trangmar et al., 1985). Ancak araştırmalar bu varsayımın genelde geçerli olmadığını, toprak özelliklerinin arazide mesafeye bağlı bir benzerlik gösterdiğini (otokorelasyon) göstermektedir. Ayrıca sınırlı sayıda alınan toprak örneği de toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği hakkında yeterince bilgi vermemektedir (Heuvelink, 1998). Birçok araştırmacı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğe sahip olduğunu, kısa mesafelerde güçlü dalgalanmalar ortaya koyduklarını (Trangmar et al., 1985; Warrick, 1980; Webster and Oliver, 2001) ve bu nedenle uzaysal bağımlılığın analiz edilmesinde jeostatistiksel yöntemlerin kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Journel and Huijbregts, 1978). Dolayısıyla toprak özelliklerinin arazide mesafe ile otokorele olduğunu kabul eden jeostatistiksel yöntemler, son zamanlarda klasik istatistiğe alternatif olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin analizi toprak ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Goovaerts, 1998).

Çalışma alanı toprakları; Samsun ili Terme ilçesi sınırları içerisinde yer alan yaklaşık 1400 ha genişliğinde, önemli üretim potansiyeline sahip, farklı zamanlarda akarsular ve yerçekimi etkisi ile eğim yönünde hareket ederek depolanan ana materyallerden oluşmuş, toprak özelliklerinin değişkenlik gösterdiği düz ve düze yakın alanlardaki toprakları içermektedir. Aynı çalışmadan yayınlanmış bir makalede (Erşahin et al., 2017) bu topraklardaki kimyasal taşınma (solute transport) değişkenlerinin sistematik bir varyasyon gösterdiği belirtilmiştir. Dolayısıyla tarımsal üretimde önemli bir faktör olan toprak kimyasal özelliklerinin de sistematik bir değişim göstermesi beklenmektedir. Bu özelliklerinin uzaysal değişiminin belirlenmesi bu arazilerin kullanımında önemli avantajlar sağlayabilir. Sonuçların çalışma alanı topraklarının kullanım planlaması ve toprakların yere özgü (site-specific) amenajmanında kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Bu çalışma ile çalışma alanındaki toprakların toprak organik madde içeriği, CaCO<sub>3</sub> içeriği, pH, EC ve katyon değişim kapasitesinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma alanının tanımı

Çalışma alanı, Samsun ili Terme İlçesi'nde yer alan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından kullanılan araziler ve civarındaki arazilerle birlikte yaklaşık 1.400 hektarlık bir alandır (Şekil 1a). Çalışma alanında tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmekte, kışlar ılıman, yazlar ise serin geçmektedir. Ortalama en yüksek aylık sıcaklık 27 °C ile Ağustos ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise 3,8 °C ile Şubat ayında görülmektedir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise 85,2 (kg/m<sup>2</sup>) ile Kasım ayında görülmektedir (İyigün et al., 2013).



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumu (a) ve örnekleme noktalarının toprak tipine göre dağılımı (b) (Erşahin et al., 2017).

Çalışma alanında gelişigüzel örnekleme yöntemine göre 0-20 cm toprak derinliğinden alınan 100 toprak örneği laboratuvarında CaCO<sub>3</sub> (Kacar, 1996), organik madde içeriği (Nelson and Sommers, 1982), katyon

değişim kapasitesi (Chapman and Pratt,1982), EC ve pH (Janzen, 1993) için analiz edilmiştir. Örneklem noktalarının koordinatları örneklem esnasında bir GPS ile belirlenerek kaydedilmiştir. Toprak özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (aritmetik ortalama, maksimum, minimum, standart sapma, varyasyon katsayısı, basıklık ve çarpıklık katsayısı) hesaplandıktan sonra, jeostatistiksel analizler yapılmıştır. Jeostatistiksel analizlerde önce semivaryogram kullanılarak toprak özelliklerinin uzaysal yapısı modellenmiş daha sonra teorik semivaryogramlara ilişkin parametreler (nugget, sill, range) kullanılarak uzaysal enterpolasyon yapılmıştır. Toprak değişkenleri için en uygun semivaryogramın elde edilmesinde değişken lag aralıkları kullanılmış, aktif lag mesafesi, çalışma alanının en kısa ekseninin yarısı olan 1400 m ve lag sınıfları 20, 30, 50, 80, 100, 250, 400, 550, 600, 800, 1000, 1200 ve 1400 m olarak belirlenmiştir.

Semivaryogramın modellenmesinde modelin uygunluğu ve başarısı determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), hata kareler toplamı (RSS) ve çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı ( $r$ ) ile kontrol edilmiştir. Bu bağlamda, en yüksek  $R^2$  ve  $r$  ile en düşük RSS değerlerini veren model ve değişken lag aralıkları tercih edilmiştir.

Değişkenler için hesaplanan nugget ( $C_0$ ), range ve sill ( $C_0+C$ ) değerleri kullanılarak nispi (%) nugget etkisi ( $(\text{nugget/sill}) \times 100$ ) hesaplanmış ve daha sonra bu değer ilgili değişkenlerin uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Şayet nugget etkisi %25 ve altında ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı, %25-75 arasında orta derecede ve %75'den fazla ise zayıf uzaysal bağımlı olarak nitelendirilmiştir (Cambardella et al., 1994).

Toprak değişkenleri için elde edilen teorik semivaryogramlar bayağı nokta krigleme (ordinary point kriging) yöntemi ile kullanılarak toprak özelliklerinin çalışma alanındaki yüzey haritaları oluşturulmuştur. Krigleme haritalarının güvenilirliği çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiş, kriglemede semivaryogramın range mesafesi de dikkate alınarak 16 komşu kullanıldığında en yüksek çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı elde edilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler incelendiğinde; en yüksek değişkenliğin  $\text{CaCO}_3$ 'da olduğu en düşük değişkenliğin ise toprak pH'sında olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumludur (Erşahin, 1999a; Mulla and McBratney, 2000). Toprak organik maddesi şiddetli düzeyde sola, EC ise şiddetli düzeyde sağa çarpık bir dağılım gösterirken, KDK ve pH orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım sergilemektedir (Webster, 2001). Çalışılan toprak değişkenlerinden sadece  $\text{CaCO}_3$  normale yakın bir dağılım göstermektedir (Tablo1).

Tablo 1. Çalışma alanına ait toprak kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	Aritmetik ortalama	Standart sapma	En büyük değer	En küçük değer	Basıklık	Çarpıklık	Varyasyon katsayısı (%)
KDK (meq/100g)	35,3	10,4	57,4	3,9	-0,5	0,8	29,4
pH	7,5	0,6	8,5	5,7	-1,2	0,8	7,9
EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	143,1	98,8	484,0	38,3	1,5	1,6	69,0
TOM (%)	2,9	1,9	3,4	1,2	-0,0	-1,9	65,9
$\text{CaCO}_3$ (%)	3,3	2,9	12,6	0,2	1,07	0,3	86,7

KDK: Katyon değişim kapasitesi, TOM: Toprak organik maddesi

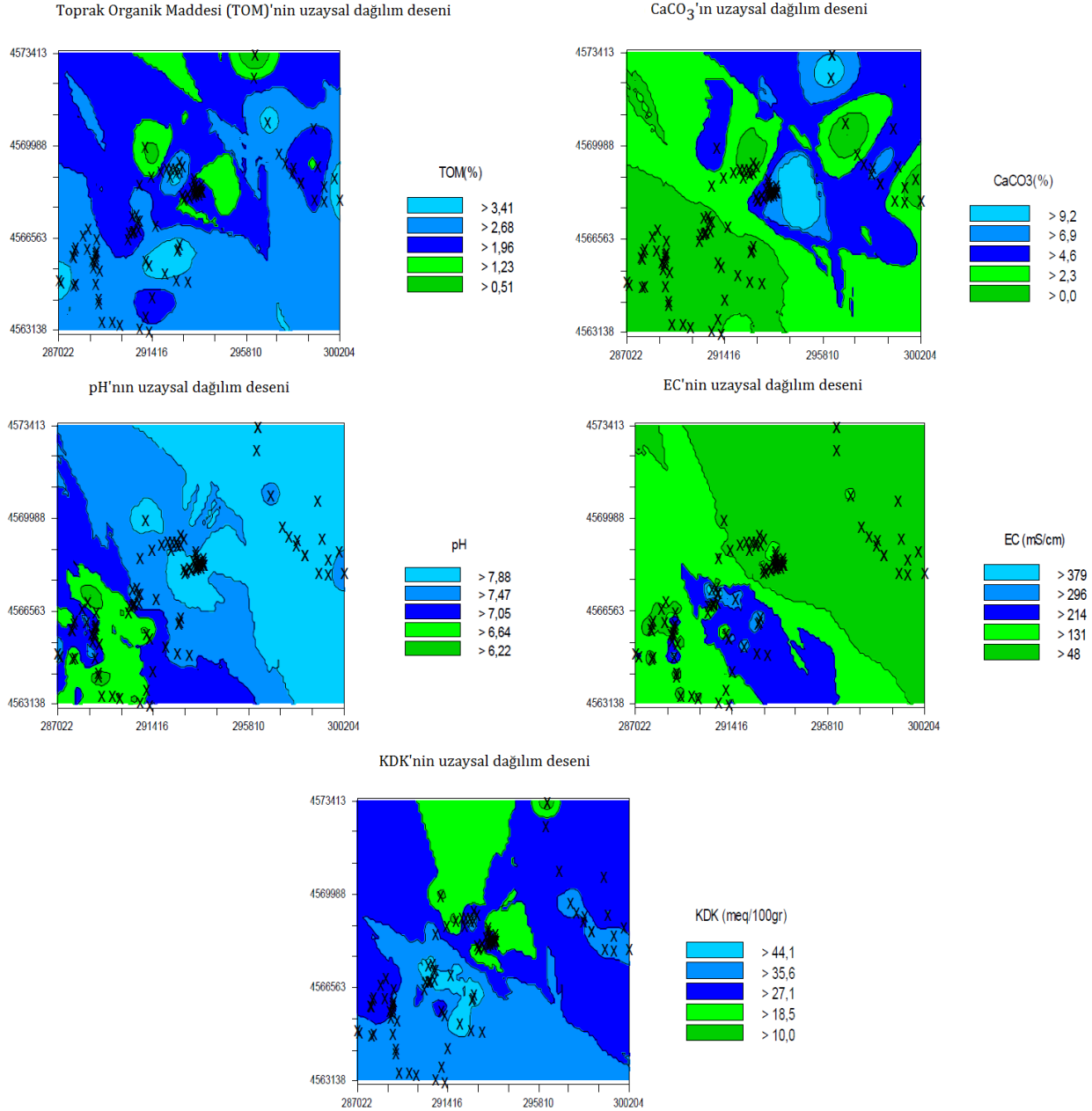
Toprak organik maddesi ve KDK için deneysel semivaryogramlar küresel modelle, diğerleri ise Gaus (Gausiyan) modeli ile modellenmiştir. Küresel ve Gaus modeli toprak özelliklerinin modellenmesinde en fazla uygunluk gösteren modellerdir (Burrough, 1995).  $\text{CaCO}_3$  ve EC kuvvetli uzaysal bağımlı iken, diğer üç özellik orta düzeyde uzaysal bağımlılık göstermektedir (Cambardella et al., 1994). Toprak özelliklerinden pH, KDK ve TOM benzer range mesafelerine sahipken, EC ve  $\text{CaCO}_3$  için hesaplanan değerler çok daha farklıdır (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışma alanında toprak kimyasal özelliklerine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme sonuçları

Özellik	Model	Nugget ( $C_0$ )	Sill ( $C_0+C$ )	Range (m)	Nugget Etkisi (%)	$R^2$	RSS	$r^2$
TOM (%)	Küresel	0,2	0,8	1172	27,5	0,6	0,07	0,7
$\text{CaCO}_3$ (%)	Gaussian	1,9	11,9	2338	16,4	0,7	18,1	0,7
EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Gaussian	250	3650	330	6,8	0,7	$2,50^{-2}$	0,7
pH	Gaussian	0,0	0,21	1042	33,1	0,7	0,01	0,6
KDK (meq/100gr)	Küresel	18,9	68,1	1035	27,7	0,9	$3,3 \times 10^{-2}$	0,6

TOM: Toprak organik maddesi, KDK: Katyon değişim kapasitesi, RSS: Hata kareler toplamı.  $R^2$ : Determinasyon katsayısı,  $r$ : Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı

Toprak organik maddesi kıydan içerilere doğru ilerledikçe artmakta, eğimin ve kil içeriğinin daha yüksek olduğu, güneydoğuya bakan hafif ve orta eğimli alanlardaki meralarda yüksek değerler almaktadır. Diğer taraftan,  $\text{CaCO}_3$  lokal bir alanda yüksek değerler almakta ve kıydan içerilere doğru giderek azalmaktadır. Kireç kuvvetli uzaysal değişkenlik göstermekte (yüzde nugget <25) ve çalışılan değişkenler arasında en uzun mesafeli uzaysal bağımlılık göstermektedir (Tablo 2). Kirecin, yıkanma ve birikmesini kontrol eden süreçlerin uzaysal değişkenliği, bu değişkenin uzaysal değişkenliğini büyük ölçüde kontrol etmektedir. Toprak tuzluluğunun (EC) ise düz alanlarda azaldığı, ancak orta ve hafif eğimli alanlardaki topraklarda daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanında toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal dağılım deseni

Toprak pH'sı 6,22 ve 8,16 arasında değişmekte ve kıydan içerilere doğru ilerledikçe giderek artmaktadır. Toprak organik madde içeriği için oluşturulan krigleme haritası ile KDK için oluşturulan krigleme haritalarının birbirine benzer olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 2). Bu sonuca göre, KDK'nın uzaysal değişkenliğinin önemli ölçüde toprak organik tarafından etkilendiği söylenebilir.

Toprak özelliklerinin uzaysal değişimi toprak oluşum faktörlerinden toprak amenajmanına kadar birçok süreç tarafından etkilenmektedir (Burrough, 1995). Bu süreçlerin farklı ölçeklerde karşılıklı etkileşimleri sonucunda topraklar oldukça farklı uzaysal değişkenlik gösterebilir (Thomas, 2001; Caniego et al, 2005). Çalışma alanı toprakları alüvyal ve koluviyal ana materyaller üzerinde oluşmuş olup, hem ana materyal hem

de topografyanın etkisi ile değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, çalışma alanındaki farklı arazi kullanım şekli ve işlenen alanlardaki yoğun tarımsal uygulamalar da toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal değişim şeklini etkilemektedir.

Trangmar et al. (1985) toprak özelliklerindeki kısa mesafeli uzaysal yapının toprak amenajman uygulamaları ve uzun mesafeli yapının ise toprak oluşum faktör ve süreçleri ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Organik madde içeriğinin uzaysal değişimine yönelik elde edilen sonuçlar tam da bu görüşü destekler niteliktedir. Örneğin, toprak organik madde (TOM) içeriği kıyıda içerilere doğru ilerledikçe giderek artan bir eğilim (trend) göstermektedir. Diğer taraftan bu genel eğilimin yanında, TOM miktarının belirli alanlarda artış gösterdiği parçalı bir yapı da dikkat çekmektedir (Şekil 2). Buradaki genel eğilim büyük ölçüde toprak oluşum süreçleri ile ilgili iken, TOM içeriğinin yüksek olduğu lokal alanların genelde mera olarak kullanılan alanlara tekabül ettiği görülmektedir. Erşahin et al. (2017) çalışma alanında organik madde içeriği ile toprak tipi arasında %5 düzeyine ( $r=0.20$ ) önemli bir ilişkinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Organik maddenin tersine  $\text{CaCO}_3$  içeriği, kıyıya yaklaştıkça artan bir eğilim takip etmekte, ancak tıpkı TOM içeriğinde olduğu gibi yer yer yüksek ve düşük değerlerin olduğu lokal alanların varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 2). Erşahin et al. (2017) çalışma alanında log  $\text{CaCO}_3$  ile organik madde içeriği arasında orta-kuvvetli ters ( $r=-0,5$ ;  $P<0,01$ ) bir ilişkinin olduğu rapor etmişlerdir. Kirecin toprakta yıkanma ve birikme süreçleri büyük ölçüde toprak suyunun hareketi tarafından kontrol edilmektedir. Özellikle Lithic Ustipsamments olarak sınıflandırılmış olan alanlardaki yüksek  $\text{CaCO}_3$  kapsamı, bu alanlarda kullanılan gübre ve türevlerinin (kireç içeren dolgu maddeleri) toprak su hareketinin sınırlı olması nedeni ile üst toprakta birikmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Üs toprağın hemen altında (20 cm) bulunan kum, toprak suyunun derine sızmasını önemli ölçüde engelleyeceğinden, toprağa gübrelerden ve havadan katılan  $\text{CaCO}_3$ 'ün üst toprakta birikmesi muhtemeldir.

Toprak pH'sı,  $\text{CaCO}_3$  içeriğine benzer bir uzaysal değişim göstermektedir (Şekil 2). Buradaki benzerlikten  $\text{CaCO}_3$ 'ün toprak pH'sının uzaysal yapısını bir dereceye kadar kontrol ettiği söylenebilir. Daha önce Erşahin ve ark. (2017) aynı alanda toprak pH'sı ile  $\text{CaCO}_3$  içeriği arasında orta-kuvvetli ( $r=0,47$ ;  $P<0.01$ ) bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer taraftan EC ise  $\text{CaCO}_3$  ve pH'nın tersi ancak KDK'ye benzer bir uzaysal eğilim göstermektedir. Elektriksel iletkenlik ve KDK kıyıda içerilere doğru giderek artmakta ve orta ve hafif eğimli arazilerde yüksek değerler almaktadırlar. Daha önce bu alanda bu iki değişken arasında kuvvetli doğrusal bir ilişkinin olduğu rapor edilmiş olup, burada elde edilmiş olan sonuçlarla uyumludur. Ancak, bu iki değişken birbirlerinin uzaysal yapısını tam anlamıyla kontrol edemeyeceğine göre, her ikisinin de uzaysal eğilimini kontrol eden bir başka değişken olmalıdır. Daha önceki çalışmamızda (Erşahin ve ark., 2018) KDK ile toprak kum içeriği ve kil içeriği arasında zayıf ancak önemli (kum için  $r=0,22$ ;  $P<0,05$  ve kil için  $r=0,20$ ;  $P<0.05$ ) doğrusal ilişkilerin olduğu rapor edilmesi nedeniyle toprak tekstürünün KDK ve pH'nın uzaysal yapısını kontrol eden başlıca faktör olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, toprak organik madde içeriğinin genel uzaysal değişim eğilimi ile KDK ve pH'nın uzaysal değişim deseni arasındaki benzerlik, organik madde içeriğinin bu iki özelliğin uzaysal değişkenliğini kontrol eden önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Nitekim daha önce aynı çalışmadan yapılmış olan yayında (Erşahin et al., 2017) organik madde ile KDK arasında orta-kuvvetli doğrusal ( $r = 0,52$ ;  $P<0,01$ ) ve pH arasında zayıf-orta ancak ters ( $r= -0,27$ ,  $P<0.05$ ) bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada uzaysal değişkenliği incelenen toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal yapısının bir dereceye kadar birbirleriyle ilişkili olduğu görülmüştür. Toprak tipi ve arazi kullanımı toprak özelliklerinin uzaysal yapısını kontrol başlıca faktörler olup, toprak değişkenlerinin uzun mesafeli uzaysal değişkenliğinin toprak oluşum faktör ve süreçlerinin bir sonucu olarak toprak tipi tarafından kontrol edildiği, kısa mesafelerdeki parçalı yapının ise büyük ölçüde arazi kullanımı ve kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Toprak özelliklerinin uzaysal yapısındaki benzerlik ve tezatlıklar aynı çalışmadan daha önce yapılmış yayında (Erşahin et al., 2017) rapor edilen korelasyon katsayıları ile uyumludur. Elbette h (0) için elde edilmiş olan korelasyon katsayıları diğer lag mesafeleri için de geçerli olmayabilir. Ancak, korelasyon katsayılarının çalışılan özelliklerin uzaysal yapısı ile olan uyumu (Şekil 3) Aynı ilişkinin diğer laglar için de geçerli olabileceğini göstermektedir.

Toprak özelliklerine ilişkin nugget varyansın sıfırdan yüksek olduğu görülmektedir. Nugget varyans, örnekleme aralıklarının olması gerekenden daha yüksek olması, mikrotopografyadaki ani değişiklikler, örneklerin analizinde yapılan hatalar ve GPS koordinatlarının alınmasında yapılan kaydırmalar dahil birçok faktörden kaynaklanabilir (Gregory et al., 2006). Bu çalışmada TOM,  $\text{CaCO}_3$  ve pH orta düzeyde nugget

etkisine sahip olup, bunun büyük ölçüde bu özelliklerin genel eğilimleri yanında göstermiş oldukları parçalı (patchy) yapıdan kaynaklandığı söylenebilir (Şekil 3). Arazi kullanımı ve toprak amenajmanında (gübreleme, sulama, vs.) bu yapının dikkate alınması önemlidir.

## Sonuç

Samsun Terme ilçesinde yer bulunan Orta Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazilerini de içine alan yaklaşık 1400 ha genişliğindeki bir alandaki toprakların kimyasal özelliklerinin uzaysal değişkenliklerinin incelendiği bu çalışmada toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal yapısının iki önemli faktör, toprak tipi ve arazi kullanımı, tarafından kontrol edildiği anlaşılmıştır. Çalışılan toprak özelliklerinin uzaysal yapısında iki husus dikkat çekmektedir: 1) arazi boyunca gösterdikleri genel bir eğilim ve 2) değerlerin yer yer azaldığı ya da arttığı lokal alanların varlığı. Genel eğilimin büyük ölçüde toprak oluşum faktörlerinin bir sonucu olarak toprak tipi tarafından, parçalı (patchy) yapının ise arazi kullanımından ve toprak amenajman uygulamalarındaki farklılıklardan kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Toprak özelliklerinden TOM içeriği, pH ve KDK için hesaplanan nugget etkisinin orta olması daha sonra bu alanda yapılacak benzer çalışmalarda örnekleme aralıklarının bu çalışmada olduğundan düşük tutulması gerektiğini göstermektedir. Çalışma alanı arazilerinde yapılması hedeflenen arazi planlama çalışmalarında ve bu arazilerin amenajmanında burada elde edilen sonuçların dikkate alınması önemli avantajlar sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışmaya vermiş olduğu destek için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Ayrıca, arazi çalışmasında desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımızda hissettiğimiz Orta Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü İdareci ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Burrough PA, Frank AU, 1995. Concepts and paradigms in spatial information: Are current geographical information systems truly generic? *International Journal of Geographical Information Systems* 9 (2): 101-116.
- Cambardella, CA, Moorman TB, Novak JM, Parkin TB, Karlen DL, Turco RF, Konopka AE, 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal* 58: 1501-1511.
- Caniego FJ, Espejo R, Martín MA, San Jose F, 2005. Multifractal scaling of soil spatial variability. *Ecological Modelling* 182: 291-303.
- Chapman HD, Pratt PF, 1982. Method for the analysis of soil. Plant And Water. 2nd ed California University Agricultural Division, California: 170.
- Erşahin S, 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (Spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13: 34-41.
- Erşahin S, Aşkın T, Tarakçıoğlu C, Özenç, DB, Korkmaz K, Kutlu T, Sünel S, Bilgili BC, 2017. Spatial variation in the solute transport attributes of adjacent Typic Haplusteps, Mollic Ustifluvents, and Lithic Ustipsamments. *Geoderma* 289: 107-116.
- Goderya FS, 1998. Field scale variations in soil properties for spatially variable control: a review. *Journal of Soil Contamination* 7: 243-264.
- Gregory JH, Dukes MD, Jones PH, Miller GL, 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. *Journal of Soil Water Conservation* 61(3): 117-124.
- Heuvelink GBM 1998. Uncertainty analysis in environmental modelling under a change of spatial scale. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 50: 255-264.
- Iyigun C, Türkeş M, Batmaz İ, Yozgatligil C, Purutçuoğlu V, Koç EK, Öztürk MZ, 2013. Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. *Theoretical and Applied Climatology* 114 (1-2): 95-106.
- Janzen HH 1993. Soluble salts. Soil sampling and methods of analysis. pp.161-166.
- Journel AG, Huijbregts ChJ, 1978. Mining geostatistics. Academic press, 600 p.
- Kacar B, 1996. Toprak analizleri. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim Arastırma ve Gelistirme Vakfi, Yayın No. 3, Ankara.
- Mulla DJ, McBratney, AB, 2000. Soil spatial variability. In M. E. Sumner (Ed.), Handbook of Soil Science (pp. A321-A352). Boca Raton, FL, CRC Press.
- Nelson DW, Sommers, LE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. pp. 539-579.
- Thomas MF, 2001. Landscape sensitivity in time and space-an introduction. *Catena* 42: 83-98.
- Trangmar BB, Yost RS, Uehara G, 1986. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agronomy* 38: 45-94.
- Warrick AW, Nielsen DR 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel D ed. Application of Soil Physics. Academic Press. pp. 319-344.
- Webster R, Oliver MA, 2001. Geostatistics for environmental scientists (Statistics in practice).

## TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAZIM KURALLARI

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ**, bu alanda yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Dergi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alanında yapılmış özgün araştırma makalelerini veya önemli bilimsel ve teknolojik yenilikleri ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları yayınlar. Yazar(lar) makalenin ne tür bir yazı olduğunu belirtmelidir. Dergiye sunulan çalışmanın başka yerde yayınlanmamış (bilimsel toplantılarda sunulan çalışmalar hariç) ve başka bir dergiye yayın için sunulmamış ve yayın hakkı verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabilir bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir. Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

### Makale gönderilmesi

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ ([www.toprak.org.tr](http://www.toprak.org.tr)) adresindeki (<http://dergi.toprak.org.tr>) linkine gönderilen makaleler hızla incelenecek ve değerlendirecek, sonuç yazarlara en kısa sürede bildirilecektir. Makaleler hakkında yapılan değerlendirmeler e-posta yoluyla sorumlu yazara bildirilecektir.

### “Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” formu

Sorumlu yazarca imzalanan Telif Hakkı Devir Sözleşmesi formunun dergiye makale sunumu esnasında gönderilmesi gerekmektedir. Yayın transfer formu gönderilmeyen makaleler değerlendirilmeye alınmayacaktır.

### TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAYIN YAZIM KURALLARI

Her çalışma MS Word 2007 (veya daha üst versiyonu) kullanılarak A4 boyutundaki kağıda kenarlarda 2.5 cm boşluk bırakılmış, Times New Roman yazı karakterinde 11 pt 1,5 satır aralıklı ve yaklaşık 20 sayfa ve aşağıdaki düzende olmalıdır. Makale başlık sayfası, Özet, Anahtar Sözcükler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Metin, Teşekkür, Kaynaklar, Şekiller (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita v.s.) ve Çizelgeler şeklinde sıralanmalıdır.

Yazar(lar) makale hazırlarken derginin web sayfasında bulunan makale örneğinden yararlanabilirler. Bölüm başlıkları da dahil tüm başlıklar küçük harflerle koyu yazılmış olmalıdır. Tüm sayfalar ve satırlar numaralandırılmış (sayfada yeniden) olmalıdır. Türk Dil Kurumu'nun yazım kuralı dikkate alınarak yazılmalı ve Türkçe noktalama işaretlerinden (nokta, virgül, noktalı virgül vb.) sonra mutlaka bir ara verilmiş olmalıdır. Metin içerisinde kısaltma kullanılacak ise ilk kullanıldığı yerde kavramın açık şekli yazılmalı ve parantez içinde kısaltması verilmelidir (katyon değişim kapasitesi (KDK) gibi). Yukarıdaki kurallara uymayan makaleler işleme alınmadan yazar(lar)ına geri gönderilecektir.

### Başlık sayfası

Bu sayfada, a) Makale başlığı (Türkçe ve İngilizce başlıklar yazılmalı; başlık kısa ve konu hakkında bilgi verici ve tümü büyük harflerle yazılmış olmalı ve kısaltmalar kullanılmamalıdır), b) Yazar(lar)ın açık adı (ad ve soyad unvan belirtilmeden küçük harfler ile yazılmalı), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazışmalardan sorumlu yazar belirtilmeli ve bu yazarın telefon ile e-posta adresi verilmelidir. Bu sayfadaki tüm bilgiler koyu karakterde yazılmış olmalıdır.

### Ana metin

Makalenin ana metin bölümü, makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı ile başlamalı ancak yazar isim ve adres bilgilerini içermemelidir. Daha sonraki bölümler aşağıdaki gibi organize edilmelidir.

**Özet (Abstract):** Her makalenin Türkçe ve İngilizce özeti olmalıdır (paragraf girintisi verilmeden; konuya hakim, kısa ve makalenin bütün önemli noktalarını – niçin, ne ve nasıl yapıldığını, ne bulunduğunu ve bunların ne ifade ettiğini – vurgulayan özet metni yazılmalıdır. Bu bölümde kaynak verilmemelidir. Özet ve Abstract metinlerinin hemen altında sırasıyla Anahtar Sözcükler ve Keywords yer almalıdır. Anahtar sözcüklerin ilk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış, başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikte olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

### **Giriş**

Bu bölüm makalenin içeriğini ve yapıma nedenini kaynak bilgileri ile açıklayan kısım olup, çalışmanın amacını ve test edilecek hipotezi açık şekilde sunmalıdır.

### **Materyal ve Yöntem** (Alt başlıklar da yapılabilir)

Denemede kullanılan materyal ve yöntemlerin başka araştırmacılar tarafından yinelenmek istemine de cevap verebilmesi için ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Ancak yayınlanmış olanlar varsa kapsamlı açıklamalara girmeden atıfta bulunulabilir. Test edilecek hipoteze yanıt verecek uygun istatistiksel yöntem/yöntemler kullanılmalı ve açıklanmalıdır. Uluslararası SI birim sistemi kullanılmalıdır.

### **Bulgular ve Tartışma**

Bulgular kısa ve açıklayıcı şekilde, çizelgeler ve şekiller ile desteklenerek bu bölümde sunulmalıdır. Özellikle çizelgede sunulan veriler metin içerisinde ve şekillerde tekrarlanmamalıdır. Ancak şekillerdeki önemli veriler metin içerisinde de verilmelidir. Tartışmada elde edilen sonucun önemi, bilime ve uygulamaya katkısı kaynak bilgileri ile tartışılmalı, değerlendirilmeli veya yorumlanmalıdır. İstenirse ayrı bir "**Sonuç**" başlığı düzenlenebilir. Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı ve varsa öneriler ile birlikte sonuç kısmında verilebilir.

### **Teşekkür**

Çalışmayı destekleyen kuruluşlar ve çalışmaya emeği geçenler için kısa bir teşekkür yazısı yazılabilir.

### **Kaynaklar**

Kaynak listesi yazar soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Metin içerisinde ise kaynaklar Yazar-yıl esasına ve tarih sırasına göre (Acar, 1995; Gülser ve ark., 2011; Kızılkaya ve Hepşen 2014) verilmelidir. Aynı tarihli farklı yazarların kaynaklarının bildiriminde alfabetik sıra kullanılmalıdır (Aydın, 2001; Ekberli ve ark., 2001; Özdemir ve ark., 2001). Aynı yazar tarafından aynı yıl içinde yayınlanmış birden fazla kaynak kullanılması durumunda basım yılından sonra kaynak a, b, c gibi harfler ile gösterilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılan kaynakların tümü kaynaklar listesinde bulunmalıdır. Kaynak bölümünde değişik yerlerden alınan kaynakların yazımında aşağıdaki örneklere uyulmalıdır.

### **Dergiden,**

Candemir F, Gülser C, 2012. Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine textured-alkaline soils. Arid Land Res. Manag. 26:15-31(Dergilerin uluslararası veya ulusal kısaltmaları verilmelidir)

### **Kongre veya sempozyumdan,**

Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z, 2011. İşlenmiş bir toprakta penetrasyon direncinin konumsal değişimi. Prof.Dr.Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 244-249, 25-27 Mayıs, Ankara.

### **Tezden,**

Kızılkaya R, 1998. Samsun Azot Sanayi (TÜGSAŞ) ve Karadeniz Bakır İşletmeleri (KBİ) çevresindeki tarım topraklarında ağır metal birikiminin toprakların bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Kitaptan,**

Arshad MA, Lowery B, Grossman B, 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: Methods for Assessing Soil Quality (eds. Doran JW, Jones AJ), SSSA Special Publication vol. 49. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA, pp. 123–141.

**Elektronik materyalden**

Corwin DL, 2012. Delineating site-specific crop management units: Precision agriculture application in GIS. USDA-ARS, George E. Brown Salinity Laboratory. Available from URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1184.pdf>

**Şekil ve Çizelgeler**

Her bir şekil ve çizelge metin içerisinde atfedilmiş olmalı ve ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1, Şekil 2 veya Çizelge 1, Çizelge 2 gibi). Şekil ve Çizelgeler ilk sunumda metin içerisinde görülmemelidir, ancak metinden ayrı olarak şekiller bir sayfada, Çizelgeler ayrı bir sayfada sırasıyla verilmeli ve sayfaya dik gelecek şekilde düzenlenmelidir. Şekil başlıkları şeklin altında Çizelge başlıkları Çizelgenin üstünde yazılmalıdır. Başlıklar, şekil ve çizelgedeki her bir hücreyi açıklayıcı kısa ve öz şekilde sadece ilk sözcüğün ilk harfi büyük olarak yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgelerde uygulamayı veya uygulama özelliğini ve ortalamalar arasındaki farklılıkları açıklamak için kullanılan kısaltmaların açıklaması mutlaka şekil ve Çizelge altında dipnot olarak verilmelidir.

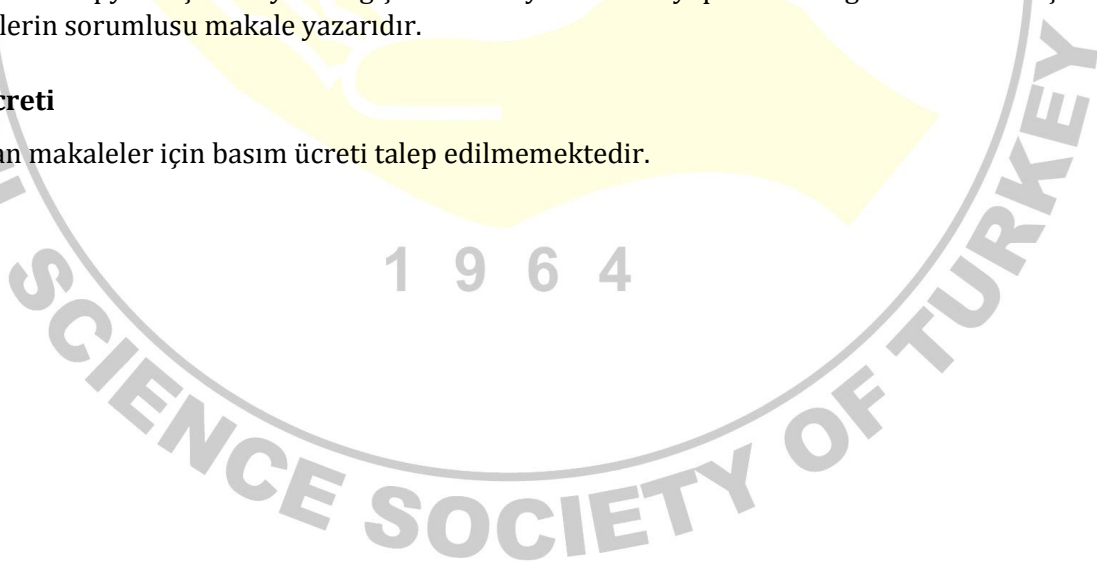
**Kabul Sonrası**

Yayın, basım için kabul edildikten sonra, makalenin basıma hazır hali (proof) sorumlu yazara e-posta ile gönderilir. Ya da derginin web sayfasında bulunan bağlantıyı kullanarak yazar kendi kullanıcı adı ve şifresi ile sistemden PDF dosyasını indirebilir. Yazar gerekli gördüğü düzeltmeleri liste halinde yazarak editöre bildirebilir. Düzeltmeler listelenirken sayfa ve satır numaraları işaret edilir. İlaveten, basıma hazır kopyanın bir çıktısı alınır, üzerinde düzeltmeler yapılır ve e-posta ile gönderilebilir. Basıma hazır kopyada çok büyük değişiklikler veya ilaveler yapılmaması gereklidir. Bu aşamadaki düzeltmelerin sorumlusu makale yazarıdır.

**Basım Ücreti**

Yayınlanan makaleler için basım ücreti talep edilmemektedir.

1 9 6 4







# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ \*

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayıncıdan sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

Sunmuş olduğumuz makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları taahhüt ederiz:

- Bu makale bizim tarafımızdan yapılmış özgün bir çalışmadır.
- Bütün yazarlar makalenin sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere yollanmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve sonuçlarını onaylamıştır.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazarlara aittir.
- Yazar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir.
- Satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için çoğaltma hakları vardır.

Bunun dışında, makalenin çoğaltılması, postalanması ve diğer yollardan dağıtılması, ancak bilim ve yayın kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü veya bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını bildiririz.

Makaleye ait tüm materyaller (kabul edilen veya reddedilen fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), bilim ve yayın kurulunca bir yıl süreyle saklanacak ve daha sonra imha edilecektir.

Bu belge, tüm yazarlar adına sorumlu yazar tarafından imzalanmalı ve form üzerindeki imza, ıslak imza olmalıdır.

Sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Tarih :

İmza:

\*Makalenin Editörler Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.