



2014

Cilt/Volume : 2

Sayı/Number : 1

eISSN : 2146 - 8141

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

SAHİBİ

Dr.Ayten NAMLI, *Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkanı*
Ankara Üniversitesi, Ankara

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

Dr.Rıdvan KIZILKAYA, *Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkan Yardımcısı*
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

EDİTÖRLER KURULU BAŞKANI

Dr.Coşkun GÜLSER, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

EDİTÖRLER KURULU

Dr.Abdulkadir SÜRÜCÜ, *Bingöl Üniversitesi, Bingöl*

Dr.Ayten NAMLI, *Ankara Üniversitesi, Ankara*

Dr.Bülent OKUR, *Ege Üniversitesi, İzmir*

Dr.Fusun GÜLSER, *Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van*

Dr.Günay ERPUL, *Ankara Üniversitesi, Ankara*

Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, *Ankara Üniversitesi, Ankara*

Dr.Hikmet GÜNAL, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat*

Dr.İbrahim ERDAL, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*

Dr.İbrahim ORTAÇ, *Çukurova Üniversitesi, Adana*

Dr.İlhami BAYRAMİN, *Ankara Üniversitesi, Ankara*

Dr.İmanverdi EKBERLİ, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Dr.Kadir SALTALI, *Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş*

Dr.Necat AĞCA, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay*

Dr.Nur OKUR, *Ege Üniversitesi, İzmir*

Dr.Nutullah ÖZDEMİR, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Dr.Ömer Lütfi ELMACI, *Ege Üniversitesi, İzmir*

Dr.Refik UYANÖZ, *Selçuk Üniversitesi, Konya*

Dr.Rıdvan KIZILKAYA, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Dr.Sabit ERŞAHİN, *Karatekin Üniversitesi, Çankırı*

Dr.Sait GEZGİN, *Selçuk Üniversitesi, Konya*

Dr.Salih AYDEMİR, *Harran Üniversitesi, Şanlıurfa*

Dr.Sezai DELİBACAK, *Ege Üniversitesi, İzmir*

Dr.Suat ŞENOL, *Çukurova Üniversitesi, Adana*

Dr.Taşkın ÖZTAŞ, *Atatürk Üniversitesi, Erzurum*

Dr.Tayfun AŞKIN, *Ordu Üniversitesi, Ordu*

Dr.Tuğrul YAKUPOĞLU, *Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş*

Dr.Yasemin KAVDIR, *Onsekizmart Üniversitesi, Çanakkale*

AMAÇ ve KAPSAM

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneği'nin (TTBD) yayın organıdır. Dergi, 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 yayımlar.

e-ISSN: 2146-8141

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

Cilt : 2

Sayı : 1

Sayfa : 1 - 32

İÇİNDEKİLER

- Gıda ve kimyasal gübre uygulamalarının yetiştirme ortamı ile biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde meyvelerin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkileri** 1
Fusun Gülser, Can Yılmaz, Ferit Sönmez
- Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler** 6
Damla Karagöktaş, Tuğrul Yakupoğlu
- Toprak organik karbonu: jeostatistiksel bir yaklaşım** 13
Tayfun Aşkın, Rıdvan Kızılkaya, Vladimir Olekhov, Natalya Mudrykh, Iraidia Samafalova, Ferhat Türkmen
- Konya Çumra yöresi topraklarında doğal *Rhizobium* popülasyonu** 19
Ümmühan Çetin Karaca, Refik Uyanöz, Emel Karaarslan
- Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri** 27
Nutullah Özdemir, Coşkun Gülser, İmanverdi Ekberli, Ömrüm Tebessüm Kop

1 9 6 4



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Gıdya ve kimyasal gübre uygulamalarının yetiştirme ortamı ile biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde meyvelerin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkileri

Füsun Gülser *, Can Yılmaz, Ferit Sönmez

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

Özet

Bu çalışmada, gıdya ve kimyasal gübre uygulamalarının yetiştirme ortamı ile biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde meyvelerin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamlarına gıdya (G) (0, %1, %2, %4) ve (NH₄)₂SO₄, TSP, K₂SO₄ gübrelerinin 4 dozu (N:0, 100, 200, 300 ppm, P₂O₅:0, 30, 60, 90 ppm ve K₂O :0, 45, 90, 180 ppm) uygulanmıştır. Araştırma sonunda, uygulamaların meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyvede kuru madde miktarı, C vitamini içeriği, (P<0.01) ve meyve boyuna (P<0.05) etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Benzer şekilde, gıdya ve kimyasal gübre uygulamalarının yetiştirme ortamlarının tuz içeriği ile organik madde içeriklerine etkileri de önemli (P<0.01) olmuştur. Uygulamaların meyve eni ve yetiştirme ortamının pH'sında istatistiksel anlamda önemli bir değişim meydana getirmediği belirlenmiştir. Gıdya uygulamaları kimyasal gübrelere kıyasla, yetiştirme ortamının organik madde içeriği üzerinde daha fazla etkin olurken, biber bitkisinin pomolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde daha az etkili olmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Gıdya, kimyasal gübre, biber, pomolojik özellikler.

Effects of gytija and chemical fertilizer applications on growing media and pomologic and biochemical properties in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit

Abstract

In this study, effects of gytija and chemical fertilizer applications on growing media and pomologic and biochemical properties in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit were investigated. Four different doses of gytija (G) (0, 1%, 2%, 4%) and (NH₄)₂SO₄, TSP and K₂SO₄ fertilizers (N: 0, 100, 200, 300 ppm, P₂O₅: 0, 30, 60, 90 ppm and K₂O: 0, 45, 90, 180 ppm) were applied into growing media. As a result, effects of the applications on fruit number, fruit weight, dry matter, vitamin C content (P<0.01) and fruit length (P<0.05) were found to be significant statistically. Similarly, effects of gytija and chemical fertilizer applications on soil salinity and soil organic matter were significant (P<0.01). It was determined that the applications did not have a significant effect on fruit width and pH of growing media. When comparing gytija with the chemical fertilizer applications, gytija applications were less effective on pomologic and biochemical properties of pepper fruit, but it was most effective on organic matter content of growing media.

Keywords: Gytija, chemical fertilizer, pepper, pomologic properties.

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Biber önce İspanya'dan 1548 yılında İngiltere'ye, daha sonra Orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Balkan ülkelerinden sonra Türkiye tarafından Orta ve Kuzey Afrika ülkelerine tanıtılmıştır (Anonim, 2004). Dünya biber üretimi 2006 yılında 26 milyon ton olup; Çin 13 milyon ton üretim ile ilk sırada yer alırken, Türkiye 1.84 milyon ton ile ikinci sırada yer almaktadır (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2009). Biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisi Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan önemli bir sebzedir. Türkiye'de gerçekleşen yaklaşık 2 milyon ton biber üretiminin %0.05'i Van ilinde olup yok denecek kadar azdır.

* Sorumlu yazar:

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 65080 Van

Tel.: 0(432)2251026

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: gulserf@yahoo.com

Biber bitkisi A ve C vitaminlerince zengin, düşük kalorili olmasından dolayı; taze, pişmiş, konserve, salça, turşu, sos, ketçap, konsantr domates çorbaları, dondurulmuş gıda olarak, kurutulmuş, toz ve pul biber yapımında, et ürünlerinde, boya sanayinde, ilaç sanayinde vb. çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bütün dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de sosyal, kültürel ve ekonomik gelişmelerle birlikte insanların gıda tüketim alışkanlıklarında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Meyve ve sebze tüketiminin gerek sağlık, gerekse dengeli beslenme açısından faydalı olması nedeniyle gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede değişik kuruluşlar tarafından kişi başına meyve ve sebze tüketiminin artırılması için değişik kampanyalar yapılmaktadır. Ülkemizde artan biber üretiminin yanında, yıllık tüketim 1980 yılında 200.000 ton, 2000 yılında 1.3 milyon ton iken, 2008 yılında 1.5 milyon ton'a yükselmiştir (TÜİK, 2009). Artan biber tüketimine bakıldığında, biberin insan sağlığı açısından olduğu kadar, üretiminin de ekonomik açıdan ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi artırmak için çeşitli tarımsal faktörler sayılabilir. Bunlar; yeni ıslah çeşitlerinin kullanma, gübreleme, sulama, tarımsal mücadele, tarımsal mekanizasyon ve modern alet-makine kullanımı şeklinde sıralanabilir. Bunların dışında bilinen fakat tarımda kullanımı yaygın olmayan doğal kaynakların değerlendirilerek, tarımsal üretimde kullanılması da diğer bir faktördür. Toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlama, verimlilik kriterlerini iyileştirme, kimyasal girdi kullanımını azaltma ve organik tarıma doğru artan talepler göz önüne alındığında organik gübreleme giderek önem kazanmaktadır.

Organik maddenin toprakta su ve katyon tutma kapasitesine olan etkisi ve besin elementleri açısından kaynak oluşu, verimlilikte özel bir yer alması için yeterli sayılabilir. Organik madde, bitki besin maddelerini kapsayan ve depolayan bir organik kompleks olarak çok iyi bir toprak düzenleyicisidir. Türkiye tarım topraklarının büyük bir kısmının organik madde kapsamı, tarımsal üretimden en yüksek verimin alınmasını engelleyebilecek düzeydedir. Toprakta organik madde yetersizliğini gidermenin en yaygın yolu, toprağa çiftlik gübresinin ilavesidir. Ancak bunun bir yandan pahalı oluşu diğer yandan da yeterli miktarda bulunmaması bu uygulamayı engellemektedir.

Bu amaca yönelik organik kaynaklardan biri de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilecek özelliklere sahip bir materyal olan gidya'dır (Bozkurt, 2004). Türkiye'nin gidya zenginliği, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü gibi kurum/kuruluşların Afşin - Elbistan Bölgesi'nde linyit arama ve elde etme çalışmaları sırasında ortaya çıkarılmıştır.

Gidya bitki besin elementleri içermesi, toksik element içeriğinin düşük olması, humik asit içeriğinin yüksek olması, organik gübre yönetmeliğine uygunluk göstermesi ve organik madde içeriğinin yüksek olması toprak düzenleyicisi olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Yerli kaynakların gübre hammaddesi ve doğrudan toprak düzenleyicisi olarak kullanımı ülke ekonomisi için yararlı bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, gidya ve kimyasal gübre uygulamalarının yetiştirme ortamının özellikleri ile sebzeler içerisinde önemli bir yeri olan biber bitkisinde meyvelerin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne ait serada yürütülmüştür. Bitki yetiştirme ortamı olarak toprak ve plastik saksılar kullanılmıştır. Üç kilogram toprak alan plastik saksılara gidyanın (G0:%0, G1:%1, G2:%2, G3:%4) ve kimyasal gübrelerin 4 dozu (NPK0, NPK1, NPK2, NPK3) uygulanmıştır. Uygulamalarda 30, 60, 90 g gidya, 100, 200, 300 ppm N olacak şekilde (NH₄)₂SO₄, 30, 60, 90 ppm P₂O₅ olacak şekilde TSP, 45, 90, 180 ppm K₂O olacak şekilde K₂SO₄ kullanılmıştır. Denemede kullanılan gidyanın nötr reaksiyonlu, tuzsuz, organik madde, çinko ve mangan içeriğinin yüksek, toksik element içeriğinin ise düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Gidya materyalinin bazı özellikleri

pH	7.28	Fe, %	0.79
EC, dS/m	0.71	Zn, ppm	5.22
Nem, %	19.25	Mn, ppm	12.24
Organik Madde, %	51.30	Cd, ppm	0.12
Hümkik Asit + Fulvik Asit, %	55.12	Pb, ppm	1.22
Toplam Azot, %	1.88	Cr, ppm	15.36
Suda Çözünebilir K (K ₂ O), %	0.13	Ni, ppm	10.11
Toplam P (P ₂ O ₅), %	0.11	Cu, ppm	5.17

*Biyotar Geliştirme Merkezi A.Ş. kayıtları (kayıt tarihi-no: 24.02.2010-06).

Bitki materyali olarak Demre biber çeşidi kullanılmış ve tohum ekimi 30.06.2010 tarihinde yapılmıştır. Kimyasal gübre olarak N, P, K dozları bir arada uygulanmıştır. Azot dozu ikiye bölünerek ilk doz tohum ekiminden önce P ve K ile birlikte, ikinci doz ise denemenin ikinci haftasında uygulanmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde 3 tekrarlamalı olarak toplam 21 saksıda yürütülmüştür. Tohum çıkışından hasada kadar serada kontrol altında tutulan denemede saf su kullanılmış, sulama ve diğer bakım işlemleri özenle yapılmıştır. Deneme 18.10.2010 tarihinde sonlandırılmıştır. Deneme sonunda meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, meyvede kuru madde içeriği ve C vitamini içeriği belirlenmiştir. Elde edilen verilerin varyans analizinde SPSS paket programı kullanılmış ve etkileri önemli bulunan uygulamalara ait tüm ortalamalar “Duncan Çoklu Karşılaştırma” testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

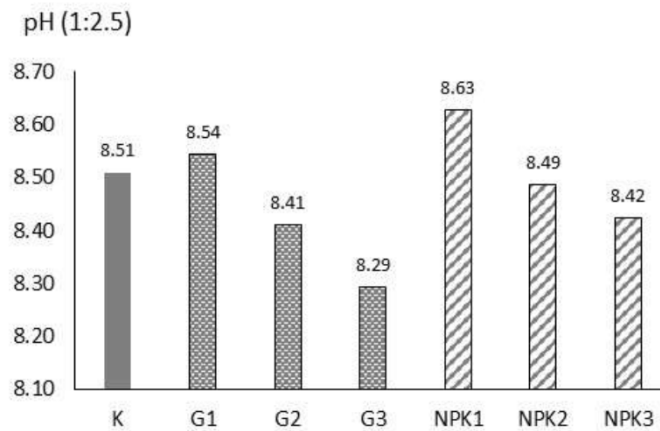
Standart toprak analiz yöntemleri (Kacar, 1994) ile analiz edilen yetiştirme ortamı toprağının killi tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, az kireçli, organik madde, azot, potasyum ve fosfor içeriği bakımından yetersiz, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin ise yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2.Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

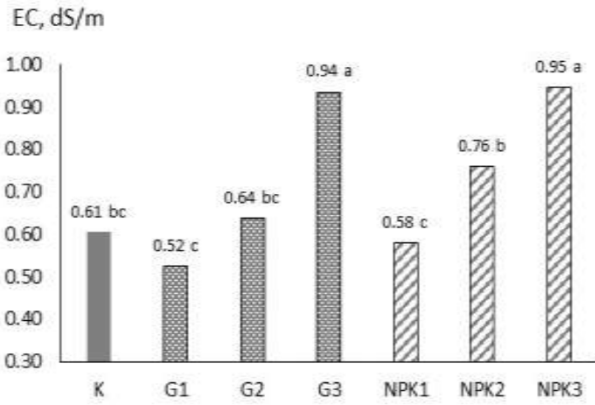
Bünye	pH (1:2.5)	Tuz (ds/m)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Toplam N (%)	Yarayışlı P (ppm)	Değişebilir		
							K (ppm)	Ca (%)	Mg (ppm)
Killi Tın	8.44	0.481	2.10	1.40	0.143	5.45	580	1.3	1740

Bulgular ve Tartışma

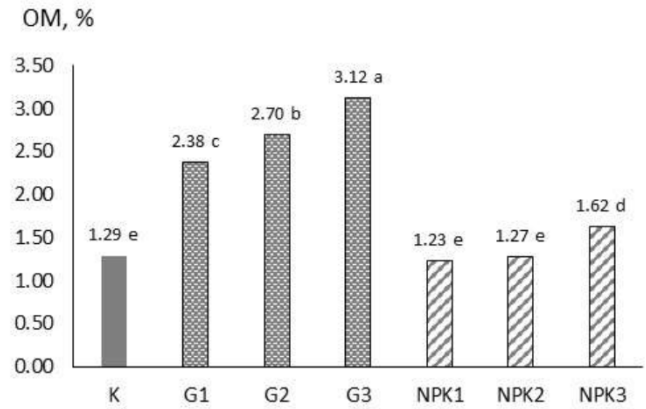
Gıda ve kimyasal gübre uygulamalarının doz miktarı arttıkça yetiştirme ortamının pH değerleri de azalmıştır (Şekil 1). Fakat ortamların pH değerlerindeki bu azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Candemir ve Gülser (2011), farklı organik atık uyguladıkları toprakta pH değerlerindeki düşüşün organik madenin mineralizasyonu sırasında açığa çıkan H⁺ iyonları ve oluşan zayıf karbonik asitten (H₂CO₃) kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da özellikle organik kökenli gıdyanın uygulama dozları arttıkça kontrole göre pH değerlerindeki düşüş miktarı da artmıştır. Gıda ve NPK'nın artan doz uygulamaları yetiştirme ortamının EC ve organik madde (OM) içeriklerini kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır (P<0.01) (Şekil 2 ve 3). En yüksek tuz içeriği (946,7 µS/cm) NPK3 uygulamasında elde edilmiş ve G3 uygulamasında elde edilen tuz içeriği (935,0 µS/cm) ile Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı grupta yer almışlardır. En yüksek organik madde içeriği (%3,12) G3 uygulamasında belirlenmiştir. Birçok araştırma organik kökenli materyal ilavesinin toprakların EC ve OM içeriklerini kontrole göre artırdığını göstermiştir (Eigenberg ve ark. 2002, Candemir ve Gülser 2011).



Şekil 1. Gıda ve NPK gübre uygulamalarının yetiştirme ortamının reaksiyonuna etkileri



Şekil 2. Gıdya ve NPK gübre uygulamalarının yetiştirme ortamının EC değerlerine etkileri (P<0.01).



Şekil 3. Gıdya ve NPK gübre uygulamalarının yetiştirme ortamının organik madde içeriğine etkileri (P<0.01).

Gıdya, ve kimyasal gübre uygulamalarının biber bitkisinde meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve boyu, C vitamini içeriği (P<0.01) ile suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve meyve enine (P<0.05) etkilerinin istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genellikle kimyasal gübre uygulamaları, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve boyu ve C vitamini içeriğinde kontrole göre ve diğer uygulamalara kıyasla artış sağlamıştır. En yüksek meyve sayısı (9.0 adet) ve C vitamini içeriği (32.24 mg/100g) olarak NPK1 uygulamasında, meyve boyu (10.41 cm) ise NPK2 uygulamasında elde edilmiştir. Meyvede kuru madde içeriğine ilişkin en yüksek ortalamalar gıdya uygulamalarında elde edilmiştir.

Çizelge 2. Uygulamaların biber meyvelerinin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkisi

Uygulamalar	Meyve sayısı (adet)	Meyve ağırlığı (g)	Meyve boyu (cm)	SÇKM (%)	C vitamini (mg/100 g)	Meyve eni (mm)
K	1.67 b**	2.45 bc**	4.95 b**	4.75 b*	2.44 d**	8.24 bc*
G1	2.33 b	3.15 bc	6.67 ab	9.83 a	3.18 d	8.87 abc
G2	1.67 b	3.20 bc	5.50 b	9.83 a	17.26 bc	9.08 abc
G3	2.33 b	0.96 c	2.98 b	6.17 ab	9.76 cd	7.01 c
NPK1	9.00 a	5.98 ab	6.89 ab	5.58 b	32.24 a	10.00 ab
NPK2	8.67 a	9.66 a	10.41 a	6.00 ab	22.09 b	11.04 a
NPK3	7.67 a	3.91 bc	6.59 ab	6.83 ab	19.53 b	9.00 abc

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi sütununda istatistiksel olarak % 1 ve * %5 düzeyinde önemlidir. SÇKM:Suda çözünebilir kuru madde.

Araştırma sonuçları dikkate alındığında, genellikle kimyasal gübrelerin kontrole ve gıdya uygulamalarına kıyasla meyve gelişim kriterlerinde ve C vitamini içeriğinde artış sağladığı belirlenmiştir. Kimyasal gübrelerin toprakların tuz içeriğinde artış meydana getirdiği bilinmektedir. Bu çalışmada da kimyasal gübre uygulamaları ile yetiştirme ortamlarında tuzluluk artmıştır. Gıdya uygulamaları ile toprak organik madde içeriğinde sağlanan artışlar Yörük (1981) tarafından da bildirilmiştir.

Bitkisel üretimde gübrenin payının %50 ile %75 arasında değiştiği varsayılmıştır. Gübreleme sonucu bazı bitkilerde ürün artışının %100'ün üzerinde olduğu belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1999). Bu çalışmada da azot, fosfor ve potasyum içeren kimyasal gübrelerin pomolojik özelliklerde ve C vitamini içeriğinde gıdya uygulamalarına kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Bozköylü (2008), kimyasal gübre uygulamalarının bitki gelişimi ve verim bakımından organik gübrelerle kıyasla daha etkili olduğunu bildirmiştir. Rytelewski (1969) gıdyanın yalnız başına uygulandığında, kimyasal gübrelerle birlikte uygulanmasına kıyasla daha az ürün artışı sağladığını belirtmiştir. Değişik araştırmacılar tarafından değişik

organik materyallerin kimyasal gübreler ile birlikte uygulandıklarında yalnız başına uygulanmalarına kıyasla daha etkili olduklarını bildirmişlerdir (Torun ve ark., 2001; Torun, 2009; Gül, 2008; Esawy, 2009).

Organik materyallerin toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde iyileşme sağlanması ve bitki gelişimi üzerine doğrudan olumlu etkileri dolayısıyla kimyasal gübrelerin etkinliğini artırdığı bilinmektedir. Bu çalışmada da gıda uygulamaları kimyasal gübrelerle kıyasla yetiştirme ortamının organik madde içeriği üzerinde daha fazla etkin olurken, biber bitkisinin pomolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde daha az etkili olmuşlardır. Sonuç olarak kimyasal gübrelerin çevre kirliliği, toprakta tuzluluk ve diğer toprak özellikleri üzerine olası olumsuz etkileri dikkate alındığında, kimyasal gübrelerin etkinliğini artırmak ve daha az kimyasal gübre kullanmak için organik gübrelerle birlikte uygulanmalarının önerilebilir.

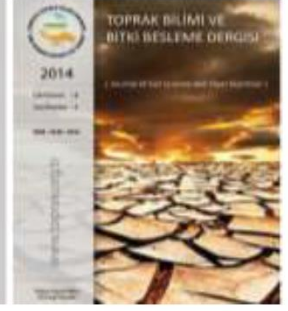
Kaynaklar

- Anonim 2004. FAOSTAT Database. FAO.
- Bozkurt M, 2004. Gıdyanın Tarımda Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozköylü A, 2008. Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde kimyasal ve organik gübrelemenin karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Candemir F, Gülser C, 2011. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. *Communication in Soil Sci. & Plant Analy.* 42 (1):13-28.
- Düzgüneş A, Kesici OT, Kavuncu O, Gürbüz F, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, 381, Ankara.
- Eigenberg RA, Doran JW, Nienaber JA, Ferguson RB, Woodbury BL, 2002. Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and cover crop. *Agric. Ecosy. & Environ.*, 88:183-193.
- Esawy M, Abd El-Kader N, Robin P, Akkal-Corfin N, Abd El-Rahman L, 2009. Effects of different organic and inorganic fertilizers on cucumber yield and some soil properties. *World J. Agric. Sci.*, 5(4):408-414
- Gül İ, 2008. Kimyasal gübre, ahır gübresi ve bazı toprak düzenleyicilerin fiğde ot ve tohum verimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hekimoğlu B, Altındağ M, 2009. Samsun ili kaypa biber üretimi. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Yayınları. Samsun
- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğit. Araş. ve Gel. Vakfı YayınNo: 3. Ankara.
- Kacar B, Katkat AV, 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144
- Rytelewski, J, 1969. Effect of gyttja application on yields of yellow lugin. *Solid and Fertilizer*, 28: 80
- TÜİK 2009. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr. Erişim Tarihi:15.02.2010
- Torun B, Çakmak İ, Gültekin İ, Yazıcı A, Bozbay G, Derici R, Özbek H, 2001. Çinko eksikliği ve bor toksisitesinin yaygın olduğu tahıl üretim alanlarına gyttja uygulamasının bitkisel verim üzerine olan etkisi. TÜBİTAK, TARP-1862.
- Torun B, 2009. Tarla koşullarında gıda uygulamasının tahılların dane verimine ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.*, 13(3):60-72
- Yörük M, 1981. Afşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzasında Elde Olunan Gyttja'ların Tarımda Kullanılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Damla Karagöktaş, Tuğrul Yakupoğlu *

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

Özet

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi içerisinde seçilen ve gelecekte erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi düşünülen bir alanda yayılım gösteren toprakların, erozyona karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ve ölçülen aşınabilirlik göstergeleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Erodibilitenin belirlenmesinde, dispersiyon oranı (DO), erozyon oranı (EO), strüktür stabilite indeksi (SSI), Boekel oranları (BOE-I ve BOE-II), kil oranı (KO) ve toprak aşınım parametresi (USLE-K) göstergeleri kullanılmıştır. Genel olarak toprakların aşınabilirlik özellikleri bakımından birbirlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Toprakların DO değerleri % 1.1-18.1 arasında değişirken USLE-K değerleri 0.17-0.50 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ arasında, EO değerleri ise % 1.70-47.4 değerleri arasında değişmiştir. BOE-I ve BOE-II indekslerinin en düşük değerleri sırasıyla 1.03 ve 0.61 olarak bulunmuş, en yüksek değerler ise yine sırasıyla 1.60 ve 1.10 olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinde minimum KO değeri 3.0 ve maksimum KO değeri 20.0 şeklinde ölçülmüştür. Toprakların SSI değerleri 41.0-77.1 arasında değişim göstermiştir. Diğer taraftan topraklar, BOE-II hariç bütün aşınım parametreleri bakımından istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde farklılık gösterirken, BOE-II bakımından $P < 0.01$ önem seviyesinde farklılık göstermiştir. Elde edilen bulgular, peyzaj özellikleri bakımından arazinin, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından ise toprakların birbirinden farklılık göstermesine atfedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşınabilirlik indeksleri, erozyon, toprak, yapısal stabilite

The relationships between erodibility and soil properties in a field planned to convert erosion research area

Abstract

In this research, we are aimed to be determined susceptibility of soil to erosion and examined some soil properties with erosion susceptibility indices that were measured which were determined as plot area in Kahramanmaraş Sutcu Imam University. In determination of erodibility, indicators were used such as dispersion ratio (DR), erosion ratio (ER), structural stability index (SSI) Boekel ratios (BOE-I and BOE-II), clay ratio (CR) and soil erodibility factor (USLE-K). It was reached results what soils were generally different from each other in terms of soil erodibility. In thirty soils samples values changed for USLE-K 0.17-0.50 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, DR % 1.1-18.1 and ER % 1.70-47.4. BOE-I and BOE-II indices were found which the lowest are between 1.03 and 0.61, the highest are 1.60 and 1.10, respectively. Minimum CR was measured as 3.0 and maximum CR was measured as 20.0 in the soil samples. Structure stability indices of soils changed between 41.0-77.1 and MWD values were found between 4.59-7.18 mm. Soils were statistically different from each other ($P < 0.001$) in terms of erodibility indices except for BOE-II. Also soils were statistically different ($P < 0.01$) in terms of BOE-II. These obtaining findings were attributed to variations of the landscape features and differences in soil physicochemical properties.

Keywords: Erodibility indices, erosion, soil, structural stability

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Tarım alanlarında kalitenin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için toprak erozyonu üzerine çalışmalar yapılması gerekmektedir. Erozyona birçok faktör etki ederken, bu faktörlerin etkileri başta toprak ve iklim özellikleri olmak üzere bitki örtüsü, topografya ve insan faktörüne bağlı olarak değişmektedir. Çok fazla yağışın olduğu alanlarda bitki örtüsünün bulunmaması durumunda toprak erozyonu meydana

* Sorumlu yazar:

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 46100 Kahramanmaraş

Tel.: 0(344)2802141

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: yakupoglu@ksu.edu.tr

gelmekte ve tarım alanlarındaki verimli yüzey toprakları taşınmaktadır (Dvorak, 1994). Çayır ve meraların tarım arazilerine dönüştürülmesi ile ilk yıllarda yüksek verimle birlikte tarımsal kazancın yüksek olmasına rağmen ilerleyen yıllarda organik maddenin hızla ayrışması ve arazinin eğimine bağlı olarak toprakların taşınmasından dolayı elde edilen verim giderek azalmakta, tarımsal sürdürülebilirlik sınırlanmaktadır (Özdemir, 2002). Ayrıca toprak taşınması sadece uzaklaşma alanında kayıplara neden olmakla kalmamakta, ulaşım alanında da sediment kirliliği ve sularda başta fosfor olmak üzere birçok elementin kirliliğine neden olmaktadır (Lal, 1988).

Tarım arazilerinde meydana gelen toprak kayıplarının sebeplerinin başında, çeşitli nedenlerle toprakta strüktürel stabilitenin azalması, buna bağlı olarak toprak aşınabilirliğinin artması gelmektedir. Toprak aşınabilirliğinin ölçülmesinde birden fazla yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerin hemen hemen her birinde bir aşınım göstergesi geliştirilmiştir (Lal, 1988). Genel olarak bu göstergelere toprak aşınabilirlik indeksleri denilmektedir. Yapılan birçok çalışmada, toprak aşınabilirlik indeksleri ile erozyon arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi olarak tanımlanabilmektedir. Topraklar çeşitli faktörlerin etkileri altında oluşmakta ve oluşumlarında etkin olan faktörlerin etkinlik derecelerine göre, özellikleri bakımından birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermektedirler. Bu özelliklerden dolayı aynı iklim koşulları, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olabilmektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Toprağın aşınmaya karşı duyarlılığının saptanması, en uygun toprak, arazi, bitki yönetimi ile toprak koruma önlemlerinin seçilmesi açısından oldukça önemlidir. Toprağın aşınmaya karşı gösterdikleri direnç, onların aşınmasına etki eden etkenlerin farklılık göstermesinden kaynaklanır. Toprağın tekstürü, strüktürü, OM içeriği ve hidrolik özellikleri toprakların aşınabilirliklerine etki eden temel toprak özellikleridir (Antal, 1994).

Yukarıda belirtildiği gibi toprakların amenajman şekli, profil karakteri, sulanması ve birçok tarımsal faaliyetler toprakların erozyona karşı dirençlerine etki etmektedir. Tarım arazilerindeki bitki artıklarının az olması ya da işlenmeden dolayı hızlı bir şekilde ayrışması bu topraklarda OM birikimini sınırlandırmaktadır. Böylece tarım arazileri erozyonun birçok çeşidine karşı daha duyarlı duruma gelmektedir. Ancak mera arazileri ve orman toprakları amenajman faktörlerinin etkisinde olmadığından dolayı OM'nin fazla olması durumunda erozyona karşı dayanıklılıkları daha fazla olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) Avşar Kampüsü sınırları içerisinde bulunan, gelecekte erozyon araştırma sahasına (KSÜ-EAS) dönüştürülmesi planlanan ve birçok yönden heterojen özellik gösteren pilot alanda, toprakların erozyona karşı duyarlılığını belirlemek ve toprak aşınım göstergeleri ile bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Sahasının Konumu ve Genel Özellikleri

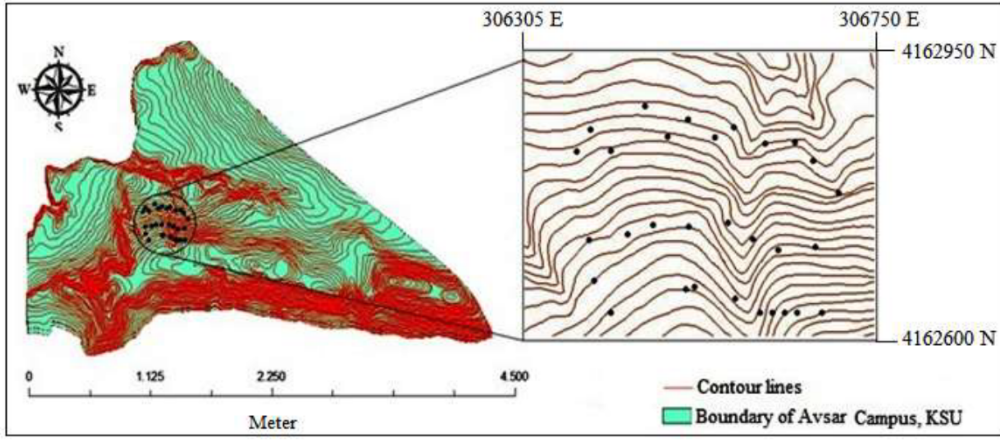
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası olarak planlanan alan (KSÜ-EAS) International 1909 Spheroid ve European 1950 Datum sisteme göre coğrafik olarak 306305 m- 306750 m E boylamları ve 4162600 m- 4162950 m N enlemleri, UTM (Universal Transverse Mercator) arasında yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan çalışma alanının yıllık toplam yağış miktarı 710.0 mm olup yağışların çoğu kış ve ilk baharda düşmektedir. Yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 16.5°C olup en yüksek aylık ortalama sıcaklık Temmuz, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise Ocak ayında izlenmektedir (Karabulut ve Cosun, 2009).

Toprak rutubet rejimi Xeric, sıcaklık rejimi Mesic'dir. Araştırma alanında Orta miyosen, Pliyosen, yamaç molozları, etek döküntüleri ve genç alüvyonlardan oluşan kuvaterner birimler yer almaktadır. KSÜ-EAS toprakları bölgeye ait etüt çalışmasında Entisol ordosunda sınıflandırılmışlardır (Gündoğan ve ark., 2013). Çalışmada taban harita olarak 1/5000 ölçekli topografik harita kullanılmıştır (Şekil 1).

(a) Örnekleme İşlemi ve Toprak Analizleri

Bu çalışmada KSÜ-EAS'dan 2011 Şubat ayında kış örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktalarının seçiminde eğim, yöney, bitki örtüsü, depozit birikimi ve aşırı toprak sıkışması gibi çıplak gözle izlenebilen ölçütlerdeki farklılıklar dikkate alınmıştır. Örnekleme noktalarının topoğrafik harita üzerinde gösterimi Şekil 1'de sunulmuştur. Her bir örnekleme noktasından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının topografik haritası (1/5000) ve örnekleme noktaları

Partikül büyüklük dağılımı Bouyoucos yöntemine göre (Demiralay, 1993), organik madde içeriği modifiye Walkley-Black yöntemiyle, pH ve tuz değerleri 1:1 toprak-su süspansiyonunda sırasıyla cam elektrotlu pH-metre ve EC-metre yardımıyla, kireç miktarı Scheibler Kalsimetresi ile hacimsel olarak ve katyon değişim kapasitesi Bower yöntemine göre (Kacar, 1994) belirlenmiştir.

Toprağın likit limit (LL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla BOE-I, toprağın plastik limit (PL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla da BOE-II hesaplanmıştır (Özdemir, 2002).

Toprak aşınım faktörü (USLE-K), "toprak aşınım nomografi"ndan bulunmuştur (Wischmeier ve Smith, 1978). Nomografin gerektirdiği toprakların satire hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerleri Darcy yasası uyarınca laboratuvar koşullarında Mariotte düzeneği kurularak belirlenmiştir (Özdemir, 1998). Dispersiyon oranı (DO), Eşitlik 1, strüktür stabilite indeksi (SSI) Eşitlik 2, erozyon oranı (EO) Eşitlik 3 yardımıyla, kil oranı (KO) ise Eşitlik 4 kullanılarak (Lal, 1988) hesaplanmıştır.

$$DO = a/b \times 100 \quad (1)$$

Burada:

DO: Dispersiyon Oranı (%)

a: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (%)

b: Mekanik analizde ölçülen silt+kil miktarı (%)

$$SSI = \sum b - \sum a \quad (2)$$

Burada:

SSI: Strüktür Stabilite İndeksi

$\sum a$: Süspansiyonda ölçülen toplam silt+kil miktarı (%)

$\sum b$: Mekanik analizde ölçülen toplam silt+kil miktarı (%)

$$EO = DO \times (c/d) \quad (3)$$

Burada:

EO: Erozyon oranı (%)

c: toprağın nem eşdeğeri (pF 2'deki nem içeriği) (%)

d: mekanik analizde ölçülen C değeri (%)

$$KO = \frac{100 - d}{d} \quad (4)$$

KO: Kil Oranı

d: Mekanik analizde ölçülen silt + kil (%)

Çalışma sahası (KSÜ-EAS) topraklarının aşınabilirlik indeksleri bakımından farklılıklarının test edilmesinde varyans analizinden yararlanılmıştır. Varyans analizi sonucunda F değeri önemli bulunan aşınabilirlik indeksleri ile toprakların kalite göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemek için korelasyon testinden faydalanılmıştır. İstatistiksel analizler TARİST (1994) bilgisayar programında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırma sahası topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler ile varyans analizleri sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Adı geçen çizelgeden de görüleceği üzere, belirlenen toprak özellikleri geniş aralıklar içerisinde dağılım göstermiştir. Tuzluluk haricindeki bütün değerler % 1 önem seviyesinde farklılık göstermiştir ($P < 0.001$). Çalışma sahası çok geniş olmamasına rağmen ölçülen farklılıkların alanın eğim, bakı ve vejetasyon bakımından heterojen bir özellik göstermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Deneme konusu topraklara ait bazı değişken değerlerinin varyans analizi sonuçları

Değişken	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama	Std. sapma	Hesaplanan <i>F</i>
pH	pH birimi	8.65	6.19	7.28	0.4471	14.372***
TUZ	%	0.750	0.009	0.102	0.0931	1.149ns
OM	%	4.72	0.98	2.48	0.9667	36.892***
CaCO ₃	%	24.4	0.66	3.88	5.2468	86.9001***
Kil	g kg ⁻¹	264	38	116	50.1518	107.713***
Silt	g kg ⁻¹	607	258	448	78.070	11.305***
Kum	g kg ⁻¹	654	197	434	104.5689	19.323***

***: 0.001 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

Aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Otuz adet çalışma konusu toprağın ölçülen aşınabilirlik göstergesi değerleri paralel ölçümlerin ortalaması olarak Çizelge 2'de, aşınabilirlik indekslerinin bazı toprak özellikleri ile aralarındaki korelasyonları ise Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 2'den de anlaşıldığı üzere çalışma alanında yaygınlık gösteren toprakların ortalama DO değerleri % 1.1-18.1 arasında değişmektedir. DO değeri yağışın etkisi ile toprak strüktüründe meydana gelen değişimin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri % 15'den küçük olan toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğu kabul edilir (Ngatunga ve ark., 1984; Lal, 1988). Bu değerlendirme esas alındığında araştırma konusu toprak örneklerinden 1, 11, 17, 28 ve 30 numaralı toprak örneklerinin alındığı bölgeler erozyona karşı dayanıksız, diğer bölgeler ise erozyona karşı dayanıklı olarak nitelendirilmektedir. Çizelge 3 incelendiğinde Toprakların CaCO₃ içerikleri (-0.313*) ve kil içerikleri (-0.326*) ile DO arasında % 5 önem seviyesinde negatif bir ilişki, kum içerikleri (0.258**) ile DO arasında ise % 5 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.258*) bulunmuştur. Toprakların DO değerleri ile tuz içerikleri (-0.382**) ve KDK (-0.322**), arasında % 1 önem seviyesinde negatif bir ilişki bulunmuştur.

Öztürk (2007), benzer sonuçları Bafra Ovası topraklarının erozyona duyarlılıklarını belirlemek için yaptığı çalışmada elde etmiştir. Fo ve Logan (1991), toprağa ilave edilen CaCO₃'ün uzun dönemde toprak aşınımını azalttığı ve suda dispers kil miktarını önemli ölçüde düşürdüğü sonucuna varmışlardır. Kumar ve Singh (2007), farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda DO değerinin tarla toprakları için % 19.37-22.54, meyve bahçesi toprakları için % 14.36-14.99 ve orman toprakları için % 12.59-13.70 arasında değiştiğini, DO ve OC arasında negatif yönlü önemli bir istatistiksel ilişki tespit ettiklerini açıklamışlardır. Çizelge 2'ye göre KSÜ-EAS topraklarının SSI değerleri 41-82 arasında değişim göstermiştir. Toprakların SSI değerleri büyüdükçe erozyona karşı dirençleri artmaktadır. Bu indeks dikkate alındığında 2, 13 ve 15 numaralı topraklar aşınmaya karşı en dirençli, 23, 25 ve 26 numaralı topraklar ise aşınmaya karşı en dirençsiz olanlardır. Çizelge 3'e SSI değerleri ile, pH (0.455**), tuz (0.725**), OM (0.584**), CaCO₃ (0.715**), KDK (0.744**) ve kil (0.819**) arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca SSI ile kum arasında (-0.769**) % 1 önem seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların SSI değerinin erozyon indeksi olarak kullanılabilmesi için standart bir değer belirlenmiş ve SSI değeri % 40 altında olan topraklarda erozyona duyarlılığının yüksek olduğu kabul edilmiştir (Leo, 1963; Aşkın, 1997). Topraklara ait KO değerleri 3-20 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Yapılan toprak analizleri ile erozyona duyarlılık indeksleri arasındaki istatistiksel ilişkilere göre araştırma alanı topraklarının KO değerleri ile pH (-0.383**), tuz (-0.543**), OM (-0.724**), CaCO₃ (-0.572**), KDK (-0.740**), ve kil (-0.835**) arasında % 1 önem seviyesinde, silt (-0.303*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca KO ile kum arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.627**) bulunmuştur (Çizelge 3). Özdemir (2002), kil içeriği yüksek olan toprakların erozyona karşı dayanıklı, siltli toprakların ise erozyona karşı dayanıksız oldukları belirtmiştir. Bryan (1968), yapmış olduğu bir çalışmada, KO değerini esas almış ve erozyona dayanıklı topraklarda bu oranın 2'nin altında olduğunu, dayanıksız topraklarda ise daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2. Toprakların bazı aşınım gösterge değerleri

Toprak No	DO %	SSI %	KO	USLE-K t ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹	EO %	BOE-I	BOE-II
1	17.0	58.2	5.8	0.41	36.8	1.14	0.71
2	5.0	82.0	3.0	0.17	12.6	1.24	0.73
3	3.8	55.4	7.1	0.37	8.4	1.11	0.75
4	3.8	47.7	20.0	0.49	15.3	1.54	1.10
5	2.4	56.1	7.5	0.33	5.4	1.20	0.78
6	4.5	45.2	11.5	0.41	11.7	1.53	0.98
7	4.7	45.4	10.4	0.40	11.3	1.28	0.81
8	8.9	43.9	5.6	0.28	15.9	1.23	0.68
9	7.6	45.2	10.1	0.44	17.7	1.42	0.86
10	2.5	48.1	11.5	0.39	6.9	1.24	0.87
11	17.5	47.1	8.4	0.43	41.8	1.07	0.75
12	6.0	44.0	9.1	0.33	14.5	1.21	0.84
13	1.5	78.8	4.1	0.36	1.9	1.23	0.79
14	1.7	52.9	10.0	0.40	4.5	1.28	0.79
15	1.1	77.1	3.0	0.22	1.7	1.05	0.61
16	13.6	49.1	9.4	0.44	35.1	1.19	0.83
17	18.1	46.2	9.9	0.42	47.4	1.36	0.76
18	9.5	53.4	9.9	0.38	26.8	1.35	0.82
19	1.2	73.5	4.7	0.32	2.4	1.11	0.62
20	2.5	76.6	4.2	0.30	4.8	1.03	0.63
21	2.2	58.0	9.8	0.50	5.7	1.04	0.78
22	5.1	58.9	6.5	0.46	11.2	1.25	0.77
23	8.4	41.0	11.6	0.41	22.1	1.60	0.90
24	11.1	43.3	11.7	0.40	30.9	1.56	0.91
25	12.7	41.0	11.6	0.36	34.5	1.47	0.87
26	8.8	41.4	9.6	0.24	22.3	1.44	0.83
27	13.2	44.4	8.7	0.34	31.8	1.25	0.71
28	15.2	41.9	12.7	0.42	43.0	1.54	0.86
29	9.4	55.7	9.3	0.48	25.3	1.20	0.81
30	16.4	46.4	8.6	0.31	42.8	1.24	0.72

DO: Dispersiyon oranı, SSI: Sütrüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı EO: Erozyon oranı, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II, USLE-K: Evrensel toprak eşitliğinin toprak aşınım parametresi

Araştırma alanı topraklarının USLE-K değeri 0.17-0.50 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 2). USLE-K göstergesine göre araştırma alanı topraklarının % 3.33 orta derecede aşınabilir toprak grubuna girerken, % 65.6'sı kuvvetli derecede aşınabilir grubuna (17 adet toprak), % 40'ı ise çok kuvvetli aşınabilir toprak grubuna girmiştir (12 adet toprak). USLE-K ile pH (-0.294**), tuz (-0.394**), OM (-0.810**), CaCO₃ (-0.577**), KDK (-0.529**) ve kil (-0.642**) arasında % 1 önem seviyesinde negatif ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 3).

Evrensel toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan USLE-K faktörü, toprakların OM içeriğine, bünye, strüktür ve geçirgenlik değerlerinin bir fonksiyonu olup bu değer toprakların erozyona karşı hassasiyetleri belirten bir indekstir. Bu değer büyümeye ile toprakların erozyona uğrama dereceleri artmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Yakupoğlu ve Demirci (2013), Kahramanmaraş Narlı Ovası topraklarında yaptıkları bir çalışmada, toprakların USLE-K değerleri ile OC, CaCO₃, kil, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyonlar elde etmişlerdir. Akalan ve ark. (1991), Orta Anadolu Bölgesi toprakları üzerinde yürütmüş oldukları bir çalışmada, toprakların OM içeriği ile fraksiyonel dağılımı ve USLE-K arasındaki ilişkileri incelemiş ve bazı önemli istatistiksel ilişkiler elde etmişlerdir. Araştırma konusu topraklarda, EO değerlerinin % 1.70-47.4 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). EO değeri ile tuz (-0.403**), CaCO₃ (-0.338**), KDK (-0.378**) ve kil (-0.402**) değerleri arasında % 1 önem seviyesinde negatif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca EO ile kum (0.319*) arasında % 5 önem seviyesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur.

EO indeksi, toprağın su iletim özelliği ve aşınabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri % 10'dan büyük olan topraklar "aşınabilir", % 10'dan küçük olanlar ise "daha az aşınabilir"

olarak nitelendirilmektedir (Lal, 1988). Bu değerlendirmeye göre çalışmaya konu olan toprakların % 53.5'i (16 tanesi) aşınmaya karşı dayanıksız, geri kalan kısmı ise daha dayanıklıdır. Organik maddenin agregasyonda önemli rol oynayan bir toprak özelliği olduğu (Zhang ve ark. 2005), organik maddenin artması ile toprakların EO değerinin azaldığı (Özdemir ve ark., 2010) gerçeği burada elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Toprakların BOE-I değerleri 1.03-1.60 arasında, BOE-II değerleri ise 0.61-1.10 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). BOE-I değeri ile pH (-0.442**), tuz (-0.314**), OM (-0.395**), CaCO₃ (-0.379**), KDK (-0.367**), kil (-0.559**) ve silt (-0.479**), arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-I ve kum arasında % 1 seviyesinde pozitif yönlü bir ilişki (0.626**) tespit edilmiştir (Çizelge 3). BOE-II değeri ile pH (-0.352**), tuz (-0.379**), OM (-0.564**), CaCO₃ (-0.394**), KDK (-0.431**), ve kil (-0.603**), arasında % 1, BOE-II ile silt (-0.306*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-II ile kum arasındaki pozitif ilişki istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemlidir. BOE-I < 1 ise toprakta suya maruz kaldığında önemli bir dağılıma BOE-II < 1 ise (0.6 ve 0.7) toprakta mekaniksel kuvvetlere karşı düşük bir direnç beklenebilir (Özdemir, 1998).

Çizelge 3. Toprak aşınabilirlik indeksleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyonlara ait katsayılar

	DO	SSI	KO	USLE-K	EO	BOE-I	BOE-II
C	-0.326*	0.819**	-0.835**	-0.642**	-0.402**	-0.559**	-0.603**
Si	-0.136ns	0.504**	-0.303*	0.185ns	-0.169ns	-0.479**	-0.306*
S	0.258*	-0.769**	0.627**	0.170ns	0.319*	0.626**	0.518**
pH	-0.141ns	0.455**	-0.383**	-0.294**	-0.162ns	-0.442**	-0.352**
Tuz	-0.382**	0.725**	-0.543**	-0.394**	-0.403**	-0.314**	-0.379**
OM	-0.172ns	0.584**	-0.724**	-0.810**	-0.224ns	-0.395**	-0.564**
CaCO ₃	-0.313*	0.715**	-0.572**	-0.577**	-0.338**	-0.379**	-0.394**
KDK	-0.322**	0.744**	-0.740**	-0.529**	-0.378**	-0.367**	-0.431**

C: % Kil, Si: % Silt, S: % Kum, OM: % organik madde, CaCO₃: % kireç, KDK: Katyon değişim kapasitesi, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, USLE-K: Evrensel toprak eşitliğinin toprak aşınım parametresi, EO: Erozyon oranı, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II

*: 0.05 seviyesinde önemli; **: 0.01 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

Sonuçlar

Yukarıda verilen bilgilere göre araştırma sahası topraklarının BOE-I değerleri 1'den büyük olduğu için suda dağılmaya karşı, dolayısıyla su erozyonuna karşı dirençli olduğu, BOE-II değerlerinde ise 4 no'lu toprak dışında tamamı 1'in altında olduğu için mekaniksel kuvvetlere karşı, dolayısıyla rüzgar erozyonuna karşı dirençlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Özdemir (1993), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna farklı organik materyal uygulanmasının strüktürel dayanıklılık ve dolayısıyla erozyona duyarlılık üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, söz konusu uygulamaların BOE değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı sonucuna ulaşan araştırmacı, toprakların su ile dağılmaya ve mekaniksel kuvvetlere karşı direncinin organik materyal uygulaması ile arttığını bildirmiştir. BOE oranlarının kaba bünyeli topraklarda kullanımlarının her zaman doğru sonuçlar vermediği (Boekel, P., 1956; Hanay, 1992) bilinmektedir. Bu çalışmada BOE-I ve BOE-II ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin karmaşık çıkması, çalışmaya konu olan toprakların silt ve kum içeriklerinin yüksek olmasına atfedilebilir (Çizelge 1).

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi'nde bulunan ve gelecekte erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan alanda (KSÜ-EAS) yayılım gösteren toprakların erozyona karşı hassasiyetlerinin belirlenmesinde farklı erozyona duyarlılık ölçütleri kullanılmıştır. Ölçülen aşınım parametrelerinin neredeyse hepsinin, başta topraktaki agregasyonda görev üstlenen organik madde ve CaCO₃ olmak üzere birçok fizikokimyasal toprak özelliğinden etkilendiği bulgusu elde edilmiştir. Kullanılan aşınım göstergelerine göre, çalışma alanının bazı noktalarında toprakların erozyona karşı çok hassas iken bazı noktalarda daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Toprakların CaCO₃, OM, kil, toplam tuz ve KDK değerlerinin artması ile erozyona karşı hassasiyetleri azalmış ve bu durum sıralanan değişkenlerdeki artışın stabil agregatların oluşumunu teşvik etmesine atfedilmiştir.

Ayrıca araştırma sahasındaki eğim, yöney ve vejetasyona göre değişen organik madde içeriğine bağlı olarak birçok toprak özelliğinin değişmesi, toprakların aşınım duyarlılıkları bakımından birbirinden farklılık

göstermesine neden olmuştur. Çalışma sahası yer yer farklı bitki örtüleri ile kaplı olduğundan yüzeyin bitki ile kaplı olduğunu alanlarda erozyona karşı hassasiyet az olurken, yüzeyin çıplak olduğu ve eğimin çok yüksek olduğu alanlarda erozyona karşı dayanıklılığın az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmaya konu olana alanın KSÜ-EAS olarak düzenlenmesine başlandığında ve alanda yürütülecek farklı projelerin hazırlık aşamasında, toprak aşınabilirliğinin noktasal olarak değişim gösterdiğinin göz önünde bulundurulması büyük faydalar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu yayın, Damla KARAGÖKTAŞ'ın KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda kabul edilen Yüksek Lisans Tezi'nin belirli bölümlerinden üretilmiştir. Çalışmayı finansal olarak destekleyen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkür ederiz (Proje No: BAP2012/2-13M).

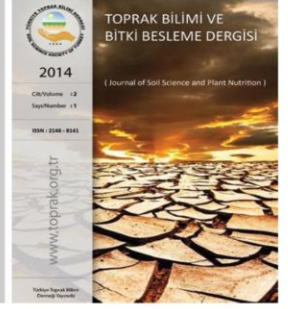
Kaynaklar

- Akalan İ, Doğan O, Küçükçakar N, 1991. Orta Anadolu Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Aşınım Duyarlılığı Arasındaki İlişkiler (Cilt 2). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Antal J, 1994. Erosion Factors. In: Soil Conservation and Silviculture (eds. Dvorak J, Novak L), Elsevier, Amsterdam, pp: 39-77.
- Aşkın T, 1997. Ordu İli Toprakların Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınım Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Boekel P, 1956. Evaluation of the Structure of Clay Soil by Means of Soil Consistency. Mededelingen Lanbeuwhogesholl Chent, 24, 353-356.
- Bryan RB, 1968. The Development, Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility. Geoderma, 2:5-25.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları. No: 143, Erzurum.
- Dvorak J, 1994. Erosion of the soil. In: Soil Conservation and Silviculture (eds. Dvorak J, Novak L), Elsevier, Amsterdam, pp: 25-37.
- Fo CC, Logan TJ, 1991. Liming effect on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Ssci. Soc. Am. J., 55 : 1407-1413.
- Hanay A, 1992. Çöp kompostu uygulamasının toprakların kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 23 (1):29-38.
- Gündoğan R, Yılmaz K, Demirkıran AR, Yakupoğlu T, 2013. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Aşar Kampüsü topraklarının özellikleri, oluşumu, sınıflandırılması ve kullanımı. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı: 238-245, 22-24 Ekim, Tokat.
- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Geliştirme Vakfı Yay. No:3. Ankara.
- Karabulut M, Cosun F, 2009. Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş. J. of Geogr. Sci., 7(1):61-83.
- Kumar S, Singh R, 2007. Erodibility studies under different land uses in North-West Himalayas. J. Agric. Phys., 7:31-37.
- Lal R, 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society , 141-148.
- Leo WM, 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. Soil Sci. 96:342-346.
- Ngatunga EN, Lal R, Singer MJ, 1984. Effect of surface management on runoff and soil erosion from some plot milangano. Geoderma, 33:1-12.
- Özdemir N, 1993. Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 24(1):75-90.
- Özdemir N, 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, No:30, Samsun.
- Özdemir N, 2002. Toprak ve Su Koruma. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Notu.
- Öztürk E, 2007. Bafra Ovası yüzey topraklarının önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdemir N, Yakupoğlu T, Öztürk E, Dengiz O, 2010. The effect of bio solid an tea waste applications on erosion ratio index of eroded soils. In: Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation, Chapter 28: 367-373 (eds. Zdruli P, Pagliai M, Kapur S, Faz Cano A). Springer, NY, ISBN: 978-90-481 8656-3.
- TARİST 1994. İstatistik Programı. Ege Üniversitesi Tarım Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir.
- Wischmeier WH, Smith DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. USDA, Agricultural Handbook No 557 .
- Yakupoğlu T, Demirci D, 2013. Kahramanmaraş-Narlı Ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Anadolu Tarım Bil. Derg., 28(1), 33-38.
- Zhang B, Horn R, Hallett PD, 2005. Mechanical resilience of degraded soil amended with organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J, 69(3), 864-871.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Toprak organik karbonu: jeostatistiksel bir yaklaşım

Tayfun Aşkın^{1,*}, Rıdvan Kızılkaya², Vladimir Olekhov³, Natalya Mudrykh³,
Iraida Samafalova³, Ferhat Türkmen¹

¹ Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

³ Perm Devlet Tarım Akademisi, Perm, Rusya

Özet

Bu çalışmada; Rusya'da Batı Urallar olarak adlandırılan Perm Bölgesi'nde Perm Devlet Tarım Akademisi arazilerinden toprak işlemeli tarım yapılan bir arazide toprak organik karbonunun (SOC) uzaysal değişkenliğini değerlendirmek üzere jeostatistiksel teknikler uygulanmıştır. Yaklaşık 2,35 ha büyüklüğündeki bu arazi 25x25 m aralıklarla karelere bölünmüş ve 0,20 m derinlikten 51 adet toprak örneği toplanmıştır. Çalışma alanının topraklarında, toprak reaksiyonu (pH) en az değişkenlik gösteren özellik iken; değişebilir potasyum (Ex-K) en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliği olmuştur. Yine bu alanda toprak organik karbonunun uzaysal değişimini modellemek üzere etki mesafesi 151,04 m olan Gaussian model seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak organik karbonu, uzaysal değişkenlik, alana özgü yönetim.

Soil organic carbon : A geostatistical approach

Abstract

In present study, geostatistical techniques was applied to assess the spatial variability of soil organic carbon content (SOC) in the tilled layer in a Perm State Agricultural Academy Farm site in Perm region, West Urals, Russia. A 250x100 m plot (approximately 2.35 ha) was divided into grids with 25x25 m spacing that included 51 sampling points from 0-0.2 m in depth. Soil reaction (pH) was the least variable property while the Ex-K was the most variable. The range of influence occurred for SOC was 151.04 m.

Keywords: Soil organic carbon, spatial variability, site specific management.

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Karasal ekosistemlerin toprak özellikleri, farklı uzaysal ve mekânsal ölçeklerde topraklara karakter kazandıran değişkenler tarafından kontrol edilmektedir. Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin, tarımsal alanların birkaç hektarı içerisinde kısa mesafelerde dahi belirgin bir şekilde değişebilmesi olasıdır (Benayas ve ark. 2004; Cambardella ve ark. 1994; Chien ve ark. 1997). Küçük ölçekli değişkenlik, gözlemci için çok belirgin olmayıp ölçülmesi de zor olabilir. Küçük ölçekli değişkenliğin analizi, seçilen bir alan için toprak verimliliğinin yönetiminde pratik kullanımlara sahiptir (Brady ve Weil, 2002). Topraklar hem organik hem de inorganik formlarda karbon (C) içerirler. Pek çok toprakta (kireçli topraklar hariç), karbonun büyük bir kısmı, toprak organik karbonu (SOC) olarak tutulur. Toprak organik maddesi terimi (SOM), topraktaki organik bileşenleri tanımlamak için kullanılmaktadır (ölü bitki ve hayvanlardan kaynaklanan dokular, bunların parçalanma ve ayrışma ürünleri ve toprak mikrobiyal kütlesi). Toprak organik karbonu terimi, toprak organik maddesi içerisinde oluşan karbona işaret etmektedir. Toprak organik maddesinin bileşenleri; şekerler, aminoasitler ve yağlar gibi ayrı ayrı tanımlanabilen humik olmayan maddeler ve daha karmaşık yapıda olup, tanımlanamayan organik bileşenlerden oluşan humik maddeler olarak ayrılabilir. Organik bileşikler ister humik olsun ister humik olmayan olsun, karbon, oksijen ve

* Sorumlu yazar:

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 52200 Ordu

Tel.: 0(452)2265200

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: tayfuna@odu.edu.tr

hidrojen kapsamakla birlikte; azot, fosfor ve kükürt de kapsayabilir (Batjes, 1996; Batjes ve Sombroek, 1997; Lal, 2004; Smith, 2004).

Klasik istatistiğin temelini, rastgele olayları konu edinen olasılık teorisi oluşturmaktadır. Başka bir ifadeyle, klasik istatistik rastgele değişkenler teorisinin bir sonucudur. Hâlbuki toprak oluşum süreçleri göz önüne alındığında, pek çok toprak özelliği matematiksel bir model ile ifade edilebilen üç boyutlu uzay koordinatında yer alır. Dolayısıyla toprak özellikleri rastgele davranmayıp, fonksiyonlarla ifade edilebilen uzaysal bir davranış sergilemektedir. Son yıllarda jeostatistiksel metotların toprak biliminde kullanılmasıyla birlikte toprak özelliklerinin, istatistiksel olarak daha anlamlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân sağlanmıştır. Toprak biliminde kullanımı giderek yaygınlaşan jeostatistik, tarla ölçeğinde toprak örneklemeyle uzaysal bağımlılık gösteren toprak özelliklerinin örnekleme yapılmayan nokta ve alanlarda tahmin edilmesine yönelik olarak oldukça kullanışlı olabilmektedir. Semivaryoagram ve otokorelagram toprak özelliklerinin uzaysal yapısını ortaya koymak üzere, jeostatistiksel tekniklerin tipik temsilcileridir (McBratney ve Webster, 1983; Oliver, 1987; Kerry ve Oliver, 2004, Aşkın ve Kızılkaya, 2006; Aşkın, 2010). Toprak organik karbonu, organik maddenin esas bileşeni olduğundan, diğer toprak özellikleriyle olan ilişkilerinin uzun süreli gözlemlerde daha iyi anlaşılabilmesi için uzaysal değişkenliğinin ifade edilmesi daha doğru bir yaklaşım tarzı olarak karşımıza çıkmaktadır (Jiang ve ark. 2008).

Bu çalışmanın amacı; jeostatistiksel teknikleri kullanarak tarla ölçeğinde toprak organik karbonunun (SOC) uzaysal değişkenliğini değerlendirmektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı: Bu çalışmada kullanılan toprak örnekleri, Batı Urallar olarak adlandırılan Perm bölgesinde yer alan ve Perm Devlet Tarım Akademisi'ne ait toprak işlemeli tarım yapılan bir tarladan toplanmıştır. Perm, Kama nehrinin kenarlarında ve Ural dağlarının Avrupa kesiminde yer alan merkezi bir şehirdir. 1940-1957 yılları arasında Molotov olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme desenini gösteren yer buldur haritası. Koordinatlar metre biriminde ve projeksiyon sistemi olarak UTM kullanılmıştır.

Hafif eğimli bir topoğrafyada yer alan çalışma alanındaki topraklar, iyi drenaja sahiptir ve orta tekstürlüdür. Perm bölgesi, en yüksek sıcaklığı 37.2 °C ve en düşük sıcaklığı ise -47.1 °C olmak üzere yazları sıcak ve kışları uzun soğuk geçen kıtasal bir iklime sahiptir. Uzun yıllar ortalamalarına göre (50 yıllık bir dönem) yıllık ortalama sıcaklık 7.1 °C, yıllık ortalama yağış ise 657 mm olarak kaydedilmiştir.

Çalışma alanı neredeyse tekdüze olup, 25x25 m boyutlarında ızgaralara bölünmüş ve ızgaraların kesişme noktalarından 51 adet yüzey toprağı örneği (0-0.20 m derinlikten) toplanmıştır.

Toprak analizleri: Kimyasal analizler için hava kuru hale getirilen toprak örnekleri, 2 mm elek açıklığına sahip paslanmaz çelikten yapılmış bir test eleğinden elendikten sonra kapalı kutularda muhafaza edilmiştir. pH' sı 7.0 olan 1.0 N amonyum asetat ile ekstrakte edilen toprak örneklerinde, flame fotometre ile Na ve K, EDTA titrasyonu yolu ile de Ca ve Mg (Page, 1982). Toprakların organik karbon içeriği değiştirilmiş Walkley-Black metodu (Nelson ve Sommers, 1982), tane büyüklük dağılımı hidrometre metoduna göre (Gee ve Bauder, 1979), toprak reaksiyonu ve elektriksel iletkenliği (EC) in 1:1 (w/v) toprak-su oranında pH metre ve EC metre kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Peech, 1965).

İstatistiksel analiz: Tanımlayıcı istatistikler SPSS 15.0 yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Mesafeye bağımlı yarı-varyanslar (isotropic semivariations) GS⁺ adlı jeostatistik paket programı kullanılarak hesaplanmıştır (GS⁺, 2006).

Yarı-varyans (semivariance), $\gamma(h)$, aşağıdaki eşitlikte tanımlanmıştır:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Burada: N(h), h ayırma mesafesi ile ayrılan örnek çifti sayısı; Z(X_i) and Z(X_i + h) her bir ayırma mesafesinde belirlenen ölçüm değerlerini göstermektedir.

Yarı-varyogram (semivariogram), her bir ayırma mesafesi ve bu mesafeler için hesaplanan yarı-varyans (semivariance) değerlerinin grafik haline getirilmesidir. Yarı-varyogramın şekli, uzaysal bağımlılık hakkında iyi bir fikir verir. Deneysel yarı-varyogramın külçe etkisi (nugget) (C₀), tepe varyansı (sill) (C₀+C) ve etki mesafesi (range) (A₀) bileşenleri, uzaysal bağımlılığın matematiksel bir model olarak iyi bir şekilde ortaya koyulmasında gerekli model bileşenleridir (Cambardella ve ark. 1994).

Bu çalışmada kullanılan GS⁺ paket programı, yarı-varyogramları oluşturmak üzere birkaç modele sahip olmakla birlikte, bu çalışmada isotropik Gaussian modeli kullanılmıştır:

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp\left(\frac{-h^2}{A_0^2}\right) \right] \quad (2)$$

Burada; C₀ külçe (nugget) varyans ≥ 0 , C yapısal varyans $\geq C_0$, (C₀+C) tepe (sill) varyans, and A₀ uzaysal korelasyonun etki aralığı (range) (GS⁺, 2006).

Bu çalışmada; örneklenmeyen noktalarda da veri tahmin etmek üzere nokta kriging (point kriging) kullanılmış ve sonrasında ArcGis paket programı kullanılarak toprak organik karbonu için değişim haritası (contour map) üretilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak özellikleri: Çalışma alanından toplanan 51 adet toprak örneğinin ortalama kum miktarı % 33.6, silt miktarı %39.7 ve kil miktarı da %26.7 olup, toprak tekstür sınıfı tınılıdır. Yine toprak özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak özelliklerine ait özet istatistikler (n = 51)

Toprak özellikleri	\bar{x}	S _e	Min.	Max.	S _d	Skw	Kur	
pH (1:1 toprak:su süspansiyonu)	7.07	0.028	6.67	7.67	0.203	0.785	1.177	
Elektriksel iletkenlik (EC), dS m ⁻¹	0.15	0.007	0.05	0.29	0.053	0.797	-0.021	
Organik karbon içeriği (SOC), %	1.15	0.060	0.45	2.75	0.430	1.560	3.420	
Değişebilir	Na (Ex-Na)	0.22	0.006	0.15	0.35	0.041	0.839	1.227
	K (Ex-K)	1.08	0.083	0.48	4.32	0.591	3.526	17.695
	Ca (Ex-Ca)	10.29	0.251	7.00	14.70	1.790	0.430	-0.524
	Mg (Ex-Mg)	1.37	0.051	0.68	2.24	0.361	0.565	0.132

\bar{x} , aritmetik ortalama; S_d, standart sapma; S_e, standart hata; Skw, çarpıklık; Kur, basıklık

Çalışma alanındaki topraklar, çoğunlukla orta tekstürde, nötr toprak reaksiyonunda olup, orta derecede organik karbon içeriğindedir (ortalama %1,15) ve düşük elektriksel iletkenliğe sahiptir (<0.98 dS m⁻¹) (Soil Survey Staff, 1993).

Toprak organik maddesinin uzaysal değişkenliği: Toprak organik karbon içeriği değerlerinin elde edildiği örnekleme noktalarından oluşturulan örnekleme çiftleri kullanılarak yarı-varyans (semivariance)

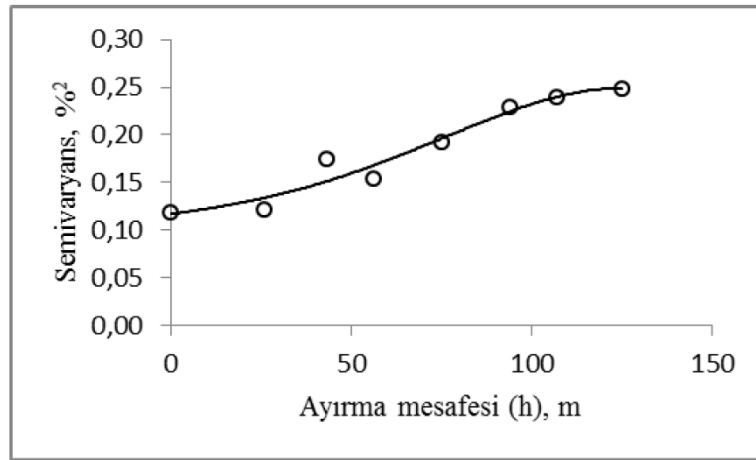
değerleri GS⁺ paket programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu paket programında yer alan matematiksel modellerden en düşük azaltılmış kareler toplamı (RSS) (reduced sums of squares) ve en büyük R² değerine sahip Gaussian modeli çalışma alanında toprak organik karbon içeriklerinin uzaysal değişkenliğini ifade etmek üzere otomatik olarak seçilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Toprak organik maddesinin varyogramına ait isotropik model ve bileşenleri

Değişken	Nugget Co	Sill Co+C	Range(Ao), m	C/Co+C %	Co/Co+C %	R ²	Model	SD
SOC	0.1183	0.2646	151.04	55.3	44.7	0.94	Gaussian	M

SD, uzaysal bağımlılık; M, orta derecede

Çalışma alanındaki toprakların organik karbon içeriklerindeki uzaysal değişkenliğin ifade edilmesinde kullanılabilir en uygun deneysel varyogram, her bir ayırma mesafesi bağımsız değişken olarak, bu ayırma mesafeleri için hesaplanan yarıvaryans değerleri de bağımlı değişken grafik haline getirilmiş ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



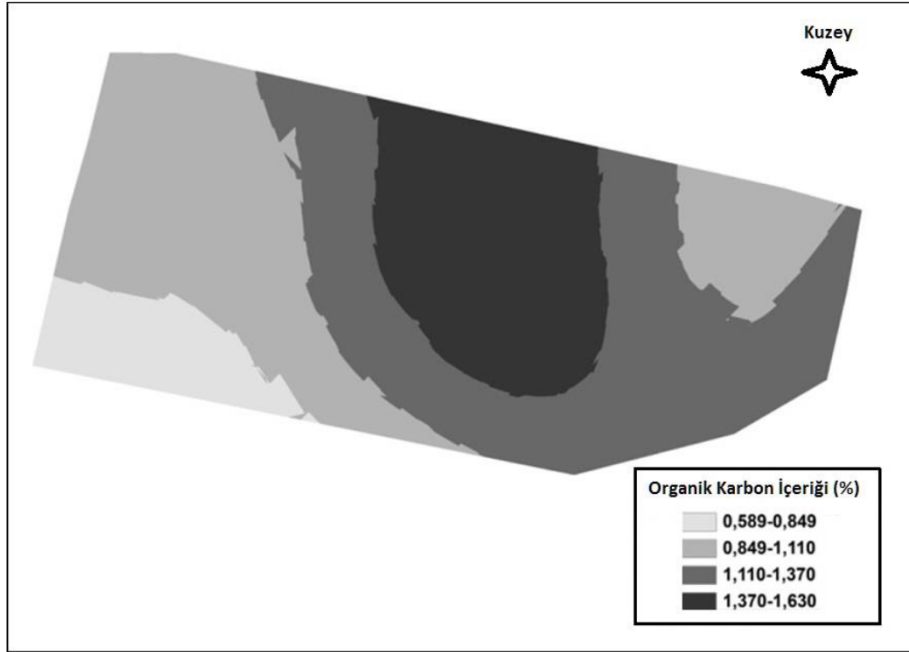
Şekil 2. Toprak organik karbonu için deneysel varyogram

Çalışma alanında toprakların organik karbon içerikleri sadece mesafenin bir fonksiyonu olarak (izotropik) uzaysal bağımlılık göstermiş ve bu değişkenlik Gaussian model ile ifade edilmiştir. Modelin etki mesafesi 151,04 m olarak saptanmıştır. Daha sonra Gaussian model kullanılarak nokta kriging yardımıyla birbirine komşu olan 10 noktadan istifade edilerek, daha önce örnekleme yapılmayan 7875 nokta için toprak karbon içeriklerine ait tahmin değerleri elde edilmiştir. Hem analizle bulunan hem de nokta kriging ile tahmin edilen toprak organik karbon içeriklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Toprak organik karbonunun ölçülen ve tahmin edilen değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı istatistikler	Toprak organik karbonu (SOC), %	
	Ölçülen	Tahmin edilen
Örnek sayısı (n)	51	7875
Minimum	0.45	0.58
Maximum	2.75	2.42
Aritmetik ortalama	1.15	1.14
Standart sapma	0.430	0.051
Tahmin hataları		
Ortalama		0.0049
Hata kareler ortalamasının karekökü (RMS)		0.3754
Standardize edilmiş ortalama		0.0096
Standardize edilmiş hata kareler ortalamasının karekökü		0.980

Nokta kriging ile tahmin edilen 7875 değer kullanılarak, çalışma alanı için toprak organik karbonu değişim haritası çizilmiştir (Şekil 3). Şekil 3'ten de görüleceği üzere, çalışma alanındaki topraklar orta düzeyde toprak organik karbon içeriğine sahiptir. Çalışma alanında eğimin arazinin diğer kesimlerine göre nispeten azaldığı orta ve alt kısımlarında yer alan toprakların organik karbon içerikleri artmıştır.



Şekil 3. Nokta kriging ile tahmin edilen toprak organik karbonun değişim haritası

Toprak organik karbon içeriğinin uzaysal bağımlılığı: Külçe etkisi (nugget effect), belirlenemeyen deneysel hatalardan veya toprağın doğasında var olan değişkenlikten ortaya çıkan, teorikte 0 olması gereken ancak hiçbir zaman olamayan, varyogram modellerinin bir bileşenidir. Sill ise toplam değişkenliğin tepe değeridir. Külçe etkisinin (nugget variance) tepe değerine (sill) oranı toprak özelliklerinin uzaysal bağımlılık derecesini sınıflandırmak üzere kullanılabilen iyi bir ölçüttür. Şayet bu oran değeri, %25'ten küçük ise kuvvetli uzaysal bağımlılık; %25 ile %75 arasında ise orta derecede bağımlılık ve %75'ten büyük ise zayıf derecede bir uzaysal bağımlılık söz konusudur (Chien ve ark. 1997). Bizim çalışmamızda toprakların organik karbon içeriklerine ait uzaysal bağımlılığın orta derecede olduğu ifade edilebilir (Tablo 2). Jiang ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada, tarla ölçeğinde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenlerine ait kuvvetli ve orta derecede uzaysal değişkenlik olduğunu belirtmişlerdir. Yine Jilili ve ark. (2012) gerçekleştirdikleri bir araştırmalarında; 0-10 cm ve 10-20 cm derinlik için toprak organik madde içeriklerine ait uzaysal değişkenliği üssel (exponential) model, 20-30 cm derinlik için küresel (spherical) model ve 30-50 cm derinlik için ise doğrusal (linear) model ile ifade edilebileceğini bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, toprakların organik madde kapsamalarına ait uzaysal değişkenliğin orta derecede bir uzaysal bağımlılık gösterdiği vurgulanmıştır.

Toprak organik karbonu (SOC) ile ilgili Kriging tahminlerinin doğrulanması: Tablo 3'ten de görüleceği üzere; tahmin hatalarına ait ortalama değer neredeyse 0'dır. Ayrıca ölçülen ve tahmin edilen değerlere ait tanımlayıcı istatistikler birbirine oldukça benzerdir. Nokta kriging ile tahmin edilen SOC değerleri (%0.58 ile %2.42 arasında değişmiş, ortalama %1.14 olmuştur) neredeyse ölçülen değerlerle aynı elde edilmiştir (%0.45 ile %2.75% arasında değişmiş, ortalama %1.15 olmuştur). Tahmin edilen değerlere ait standart sapma ise ölçülen değerlere ait olandan daha düşük çıkmıştır. Tüm bu yaklaşımlar dikkate alındığında, bu çalışmada seçilen model ve yapılan tahminler doğruya oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Dolayısıyla bu alana benzer nitelikteki başka alanlarda da bu çalışmadan elde edilen yaklaşımlar rahatlıkla kullanılabilir (Trangmar ve ark. 1985; Öztaş, 1996; Ardahanlıoğlu ve ark. 2003; Başkan, 2004; Aşkın, 2010; Aşkın ve ark. 2011).

Sonuçlar

Çalışma alanında yer alan toprakların organik karbon içeriklerine ait uzaysal bağımlılık için etki mesafesi 151.04 m olarak elde edilmiştir. Bu bağlamda çalışma alanında seçilen örnekleme mesafesi (25x25 m) toprak organik karbon içeriğinin uzaysal değişkenliğini ifade edebilmede oldukça yeterli olmuştur. Bu alan veya bu alana benzer özellikteki alanlarda toprak verimliliği ve üretkenliği ile ilgili çalışmalarda, burada seçilen örnekleme deseni kullanılabilir. Ayrıca bu alanda yer alan toprakların orta derecede bir uzaysal bağımlılık gösteren organik karbon içerikleri isotropik Gaussian model ile ifade edilebilir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, tarla ölçeğinde yüzey topraklarının organik karbon içeriklerine ait uzaysal dağılımının jeostatistiksel tekniklerden yararlanılarak daha anlamlı bir şekilde ortaya koyulabileceğini göstermiştir. Bu

yaklaşımdan hareketle, tarla ölçeğinde toprak organik karbon içeriği değişiminin doğruya yakın bir şekilde haritalanması da mümkün olmuştur. Jeostatistiksel tekniklerden kriging örnekleme yapılmayan nokta ve alanlarda veri tahmin edebilmek üzere, örnekleme stratejilerinin daha doğru bir şekilde yapılabileceğine vurgu yapmıştır. Ayrıca kriging tekniğinin, yapılan tahminlere ait hata tahminlerine de imkân vermesi en avantajlı yönü olmuştur. Toprak organik karbonunun uzaysal analizi, toprak verimliliği ve toprak kalitesi ile ilgili çalışmalarda örnekleme desenlerinin seçiminde kullanıcılara sağladığı kolaylık ve doğruluğu dikkate alındığında, oldukça faydalı bir yaklaşım tarzı olmuştur. Alana özgü toprak yönetimlerinde, jeostatistiksel tekniklerin kullanılmasıyla birlikte, kullanıcılara karar verme alternatifleri açısından önemli avantajlar sağlanabileceği de ifade edilebilir.

Kaynaklar

- Abuduwaili J, Tang Y, Abulimiti M, 2012. Spatial distribution of soil moisture, salinity and organic matter in Manas River watershed, Xinjiang, China. *J. Arid Land*, 4(4):441-449.
- Ardahanloğlu I, Öztaş T, Evren S, 2003. Spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil pH and boron content in salt- and sodium-affected areas of the Iğdır plain (Turkey). *J. Arid Environ.*, 54:495-503.
- Aşkın T, Kızılkaya R, 2006. Assessing spatial variability of soil enzyme activities in pasture topsoils using geostatistics. *Eur. J. Soil Biol.*, 42:230-237.
- Aşkın T, 2010. Evaluation of some soil properties as related to landscape position using geostatistical techniques, International Scientific and Practical Conference on Scientific Support – To Innovative Development of the Agro-Industrial Complex), 18-19 November, Perm State Agricultural Academy, Perm-Russia, p. 34-40.
- Aşkın T, Sinitsa YN, Kızılkaya R, 2011. The spatial variability of arylsulphatase activity: A study from agricultural ecosystems, International Conference on "Resource Potential of Soils – The Basis of the Food and Ecological Safety of Russia", 1-4 March, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg-Russia, p. 324-327
- Başkan O, 2004. Gölbaşı yöresi topraklarının mühendislik, fiziksel özellik ilişkilerinde jeostatistik uygulaması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Batjes NH, 1996. Total carbon and nitrogen in soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.*, 47(2):151-163.
- Batjes NH, Sombroek WG, 1997. Possibilities for carbon sequestration in tropical and sub-tropical soils. *Global Change Biol.*, 3(2):161-173.
- Benayas JMR, Sanchez-Colomer MG, Escudero A, 2004. Landscape- and field-scale control of spatial variation of soil properties in Mediterranean montane meadows. *Biogeochemistry*, 69: 207-225.
- Brady AC, Veil RR, 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th ed. New Jersey:Prentice Hall.
- Cambardella CA, Moorman AT, Novak JM, 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1501-1511
- Chien YJ, Lee DY, Guo HY, 1997. Geostatistical analysis of soil properties of mid-west Taiwan soils. *Soil Sci.*, 162:291-298.
- Gee GW, Bauder JW, 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measured parameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:1004-1007.
- GS+, 2006. *Geostatistics for the Environmental Sciences*, Gamma Design Software, Plainwell, MI, USA, 2006.
- Jiang Y, Zhang Y, Liang W, 2008. Field-scale variability of soil exchangeable cations in a Chinese Ecological Research Network (CERN) Site. *Agric. J.*, 3(3):208-215.
- Kerry R, Oliver MA, 2004. Average variograms to guide soil sampling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5: 307-325.
- Lal R, 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123:1
- McBratney AB, Webster R, 1983. Optimal interpolation and isarithm mapping of soil properties: V. Co regionalization and multiple sampling strategy. *J. Soil Sci.*, 34:137-162.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis* (ed. Page AL) Part 2, ASA, Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA, p. 539-580
- Oliver MA, 1987. Geostatistics and its application to soil science. *Soil Use and Manag.*, 3:8-19.
- Öztaş T, 1996. Identifying spatial variability of soil depth lost to erosion in a rolling landscape using Kriging analysis. *Symposium on Agriculture-Environment Relations*, 327-335, Mersin, Turkey.
- Page AL, 1982. Chemical and Microbiological Properties. In: *Methods of Soil Analysis* (ed. Black CA) Part 2, ASA, Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA p. 149-166.
- Peech M, 1965. Hydrogen-Ion Activity. In: *Methods of Soil Analysis* (ed. Black CA) Part 2, ASA, Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA, p. 914-925
- Smith P, 2004. Soils as carbon sinks: the global context. *Soil Use & Manag.*, 20: 212-218 Suppl.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil Survey Manual*. USDA Handbook No. 18, US Government Printing Office, Washington, DC, USA.
- Trangmar BB, Yost RS, Uehara G, 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agron.*, 38:45-93.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Konya Çumra yöresi topraklarında doğal *Rhizobium* populasyonu

Ümmühan Çetin Karaca, Refik Uyanöz *, Emel Karaarslan

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya

Özet

Fasulye tarımının yoğun yapıldığı Konya iline bağlı Çumra yöresinde doğal *Rhizobium* populasyonunu belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, farklı fasulye tarlalarından ve fasulye bitkisinin kök bölgesinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler ile doğal *Rhizobium* sayımı yapılmıştır. Çumra yöresinde yetiştirilen fasulye bitkisinin kök bölgesinden alınan toprak örneklerinde *Rhizobium* sayımı KOCH yöntemine göre yapılmıştır. *Rhizobium* sayıları 10 g toprakta 6×10^4 ile 52×10^4 arasında bulunmuştur. Toprak özellikleri ve topraktaki *Rhizobium* sayıları arasında önemli bir ilişki belirlenmiştir. Bu ilişki toprak özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Farklı yerlerden alınan toprakların *Rhizobium* sayılarındaki farklılıkların nedeni; toprak işleme, gübreleme (özellikle azotlu gübreler), sulama gibi tarımsal uygulamalardan kaynaklanabilir.

Anahtar Kelimeler: *Rhizobium*, fasulye, populasyon, toprak özellikleri.

Population of the indigenous *Rhizobium* population Konya Çumra region soil

Abstract

Beans on the intensive cultivation of indigenous *Rhizobium* population in the region of Konya province Çumra be determined with the aim of this study, the different fields of beans and bean plants, soil samples were taken from the root zone. Physical and chemical analysis of soil samples to determine the natural population of *Rhizobium* in soil samples *Rhizobium* have been tallied. The roots of bean plants grown in the region Çumra region *Rhizobium* in soil samples taken from the census was carried out according to Koch's method. *Rhizobium* values examined were found between $6-52 \times 10^4/10$ g soil *Rhizobium* in the soil between the soil properties and was a significant correlation with soil properties, and this relationship has changed. Indeed, taken from different places of work are the subject of a large number of *Rhizobium* in the soil varies. The reason for this, tillage, fertilizer applied to land (particularly nitrogenous fertilizers), agricultural irrigation practices, such as changes in soil properties caused.

Keywords: *Rhizobium*, beans, population, soil properties.

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprak azotunun kaynaklarından birisi de değişik bitkilerle ve özellikle baklagillerle karşılıklı yaşamaya dayanan ve havanın serbest azotunu tespit eden toprak mikroorganizmaları yani *Rhizobium* gibi bakterilerdir. Kültüre alınmış topraklarda bu yolla fikse edilen azotun en önemli kısmı *Rhizobium*-baklagil ortaklaşmasına dayanmaktadır (Hansen, 1994).

Türkiye'de tarım alanlarının çoğunda mono kültür uygulanması toprakların veriminin düşmesine neden olmaktadır (Sarioğlu ve ark. 1993). Verimi yükseltmek için kullanılan aşırı gübrelemenin, maliyeti artırdığı, toprağın biyolojik verimliliğini olumsuz olarak etkilediği, ayrıca bitkilerde depolanarak ve içme sularına karışarak insan ve hayvan sağlığı açısından önemli sorunlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bitkilerin azot gereksinimlerinin bir kısmını daha az masraflı olan biyolojik azot fiksasyonu ile karşılamanın önemli olduğu açık olarak belirlenmiştir (Graham ve Vance 2002).

Karuç ve ark. (1993), yaptıkları bir çalışmada mercimek, nohut ve fasulye ekiminin en fazla yapıldığı Konya ve Kızılcahamam ilçelerinin farklı bölgelerinden 43 adet toprak örneği toplamışlardır. Sera şartlarında bitki enfeksiyon metodu ile toprakların *Rhizobium* populasyonunu saptamışlardır. Konya ilçesinden aldıkları 33 adet toprak örneğinin 1 gramında 1.7×10^5 adet *Rhizobium leguminosarum* (mercimek), $1-1.7 \times 10^5$ adet

* Sorumlu yazar:

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 42079 Konya

Tel.: 0(332)2232916

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: refik@selcuk.edu.tr

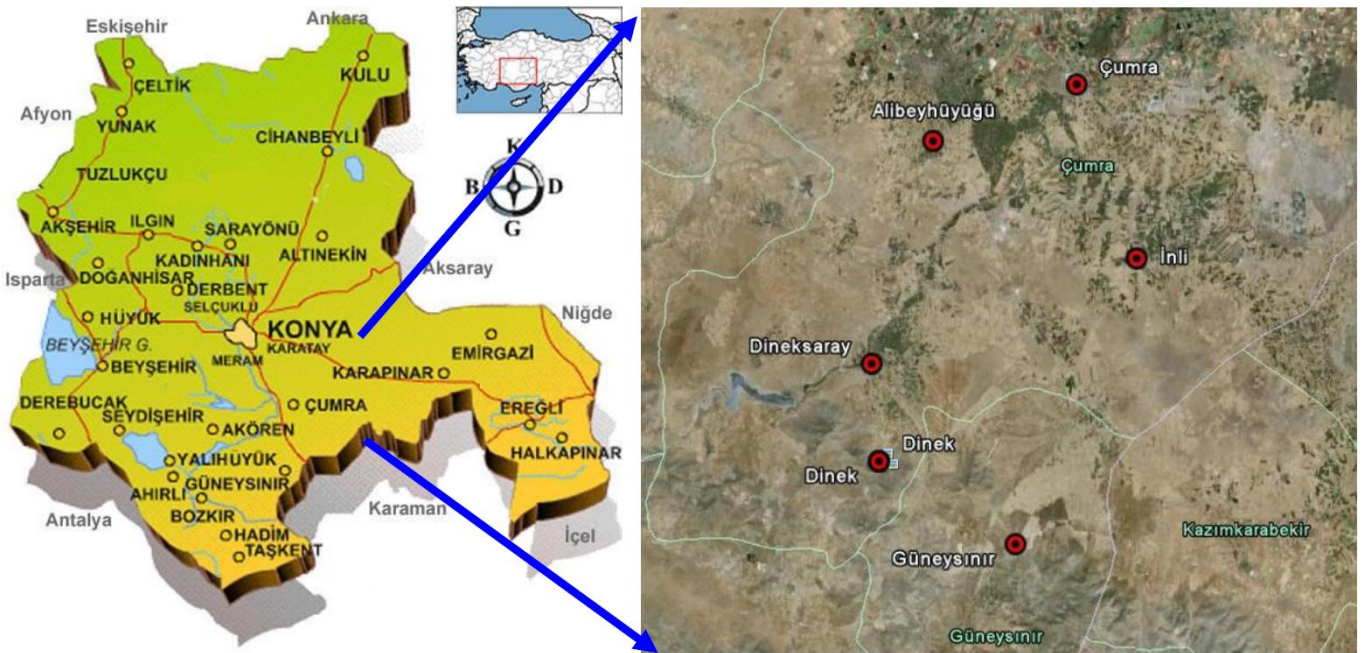
Rhizobium phaseoli (fasulye) bakterisi tespit etmişlerdir. Kızılcahamam ilçesinden aldıkları 10 adet toprak örneğinin hepsinde sadece *Rhizobium phaseoli* tespit etmişlerdir. İçel ve Adana illerinde ise soya fasulyesi ekilen bölgelerden aldıkları 10 adet toprak örneğinde yine aynı metodu kullanarak doğal popülasyonu belirlemeye çalışmışlardır.

Aguilar ve ark. (2001), tarafından yapılan bir çalışmada Arjantin'in kuzeybatı bölgesinde fasulye üretilen alanlardan yaklaşık 400 bakteri izole edilmiştir. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda, bakteri sayıları arasında çok fazla farklılık olmamasına rağmen fasulye bitkisinde oluşan nodüllerde dominant türün *Rhizobium sp. etli* olduğu saptanmıştır. Sera denemeleriyle fasulye çeşitlerinde etkili olarak bulunan izolatlar iki yıllık tarla denemelerinde inokulant olarak kullanılmıştır. İnokulantlı parsellerin verim artışının, kontrollerle karşılaştırıldığında % 20–30 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışmada, Konya'nın Çumra ilçesinde fasulye ekimi yapılan topraklardaki doğal *Rhizobium phaseoli* popülasyonunun belirlenmesi ve fasulye ekilen bu toprakların inokülasyona ihtiyaçlarının olup olmadığının ve *Rhizobium* popülasyonu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Konya ilinde fasulye yetiştirilen Çumra yöresinde (Şekil 1), yerleri belirlenen örnekleme alanlarından çalışma için gerekli olan toprak örnekleri bitkinin kök bölgesinden 0–20 cm derinlikten alınmıştır. Alınan örnekler polietilen poşetlere konularak etiketlenmiş ve laboratuvara getirildikten sonra bir kısmı ayrılarak *Rhizobium* sayımı için buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiş, diğer kalan kısım ise havada kurumaya bırakılmış, daha sonra kesekler ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilerek bazı fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur (Kacar, 1995). Araştırmada kullanılan toprak örneklerinde; tekstür Bouyocous (1951), pH Richard (1954), EC U.S. Salinity Lab. Staff (1954), organik madde Smith ve Weldon (1941), kireç Hızalan ve Ünal (1965), toplam azot Bremner (1965), fosfor Olsen et al (1954), değişebilir katyonlar Richard (1954), iz elementler Soltanpour ve Workman (1981)'e göre analizler yapılmıştır. Toprakta *Rhizobium* sayımı ise dilüsyon metodu kullanılarak YMA (Yeast Mannitol Agar) ortamında ekim yapılarak 1 g topraktaki canlı bakteri sayısı belirlenmiştir (Gürbüz, 1978).



Şekil 1. Toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar

Bulgular ve Tartışma

Çumra yöresinin farklı yerlerinden alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çumra yöresinin çeşitli yerlerinden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi toprak örneklerinin pH değerleri 7.43 ile 8.23 arasında, EC değerleri ise 0.099–0.415 dS m⁻¹ arasında değişmiştir. Topraklar pH açısından hafif alkalin karakterde olup,

tuz bakımından ise sınıfı tuzsuzdur. Tekstür bakımından araştırma konusu olan topraklar genellikle killi tın tekstüre sahip olup, killi ve tınlı bünye sınıfları arasında da yer almaktadır.

Çizelge 1. Fasulye Bitkisinin Kök Bölgesinden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (en düşük ve en yüksek değerlerin değişim aralıkları)

Örnek sayısı	Örnek Alınan Yerler					
	Çumra (16)	Dineköy (3)	Dineksaray merkezi (7)	Alibeyhüyükü (3)	İnli (1)	Güneysınır (1)
pH	7.87-8.07	7.71-7.77	7.85-8.01	7.70-7.87	7.43	8.23
EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	157.60-284.50	204.0-225.5	102.70-232.5	99.05-415.50	368	147.65
Sınıfı	Killi tın-tınlı	Killi tın	Killi tın-killi	Killi tın	Killi tın	Killi tın
CaCO ₃ (%)	14.91-29.79	12.12-17.60	14.32-39.47	6.56-8.86	13.96	22.51
O.M. (%)	1.25-1.73	2.45	1.23-2.11	1.05-1.73	2.17	1.52
N (mg kg^{-1})	124.46-174.93	165.13-227.85	110.74-280.77	114.16-539.49	335.16	119.56
P (mg kg^{-1})	63.46-211.79	28.65-153.40	25.14-98.28	38.68-550.74	56.09	150.14
K (mg kg^{-1})	1.54-10.17	31.44-71.01	16.81-96.07	13.43-322.05	3.25	13.78
Ca (me 100 g ⁻¹)	3.34-8.64	6.97-8.64	7.26-11.61	7.84-8.26	6.45	3.34
Mg (me 100 g ⁻¹)	1.75-2.19	1.75-1.86	1.43-1.95	1.77-1.95	1.99	2.19
Fe (mg kg^{-1})	6.88-10.94	8.74-23.03	6.62-19.06	7.04-8.41	6.27	14.28
Cu (mg kg^{-1})	2.09-3.11	1.90-4.10	2.12-3.86	2.52-2.71	2.64	2.75
Mn (mg kg^{-1})	94.09-198.04	88.43-139.99	43.08-292.39	74.51-198.04	100.55	255.40
Zn (mg kg^{-1})	0.55-1.18	0.52-1.04	0.49-3.82	0.55-0.73	0.91	1.93
Mo (mg kg^{-1})	0.01-0.03	0.01	0.01-0.02	0.01-0.04	0.02	0.04
Co (mg kg^{-1})	1.51-3.74	1.36-1.87	0.52-5.74	0.95-3.74	1.48	6.58

Topraklarının kireç (CaCO₃) kapsamı % 6.56 ile % 39.47 arasında değişmektedir. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre topraklar kireçli ve çok fazla kireçli sınıflar arasına dahil olmaktadır. Organik madde miktarları ise %1.05 ile 2.45 değerleri arasındadır.

Araştırma topraklarının alınabilir kalsiyum (Ca) miktarları 3.34 me 100g⁻¹ ile 11.61 me 100g⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 7.48 me 100g⁻¹ dir. FAO (1990)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların kalsiyum miktarları az, yeterli ve fazla düzeyde kalsiyum içermektedir. Toprakların bitkilerce alınabilir magnezyum (Mg) miktarı ise 1.43 me 100 g⁻¹ ile 2.19 me 100g⁻¹ arasında değişmektedir. FAO (1990)'ın bildirdiği sınır değerlere göre toprakların magnezyum değerleri az ve yeterli düzeyde magnezyum içermektedir.

Söz konusu toprakların azot içerikleri % 0.01 ile 0.05 arasında değişmektedir. Genellikle araştırmaya konu olan topraklar azot, fosfor bakımından yeterli hatta oldukça yüksek belirlenmiştir. Çizelge 1'de görüleceği gibi, söz konusu araştırma topraklarının fosfor miktarları yeterli ve oldukça yüksek olarak bulunmuştur. 25.14-550.74 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Toprakların potasyum miktarları 1.54-322.05 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Değerler incelendiğinde potasyum miktarları çok az ile çok yüksek arasındaki sınıflarda yer almaktadır. Araştırmaya konu olan toprakların özellikle azot ve fosfor bakımından yüksek çıkması, o yöredeki çiftçilerin yoğun gübre kullanımından kaynaklandığı örnek alınırken çiftçilerle yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının Fe miktarları 6.27-23.03 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre, söz konusu topraklar demir bakımından yeterli hatta oldukça yüksek değerler olduğu saptanmıştır. Bakır kapsamı yönünden ise topraklar 1.90 ile 4.10 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre, toprakların elverişli bakır miktarları yeterli veya genellikle yüksek düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mangan (Mn) miktarları ise, 43.08-292.39 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakta verimlilik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerlere göre çok azdan çok fazlaya kadar değişmektedir (FAO, 1990). Bitkilerce alınabilir çinko (Zn) miktarları 0.49 mg kg⁻¹ ile 3.82 mg kg⁻¹ arasındadır. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre, topraklar az veya fazla düzeyde çinko kapsamaktadır.

Araştırma topraklarının molibden (Mo) miktarları 0.01 ile 0.04 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kacar (1979)'un bildirdiği sınır değerlere göre, topraktaki molibden 0.5–5 mg kg⁻¹ arasındadır. Bu değerlere göre toprakların molibden miktarları genellikle yetersiz seviyededir.

Toprakların kobalt miktarları ise 0.52 mg kg⁻¹ ile 6.58 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kacar (1979)'un bildirdiği sınır değerlere göre (0.2–5 mg kg⁻¹) toprakların kobalt miktarları az, yeterli ve hatta fazla bulunmuştur.

Araştırma topraklarının *Rhizobium* potansiyeli

Konya ilinin Çumra yöresinde *Rhizobium* potansiyelini belirlemek amacıyla, fasulye bitkisinin çiçeklenme döneminde steril koşullarda alınan toprak örneklerinde laboratuvar koşullarında KOCH yöntemine göre dilüsyon işleminden sonra mikroorganizma sayımı yapılmıştır. Yapılan sayım sonuçlarına göre, topraktaki *Rhizobium* sayıları 6.00 ile 52.00 x10⁴ adet/g arasında değişmekte olup, *Rhizobium* sayıları arasında farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıkların nedeni ise toprak işleme, gübreleme (özellikle azotlu gübreler) ve sulama gibi tarımsal uygulamalardan kaynaklanan toprak özelliklerindeki değişimlerdir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Fasulye Bitkisinin Kök Bölgesinden Alınan Toprak Örneklerinde *Rhizobium* Sayıları (değişim aralıkları)

Örnek alınan yerler	Çumra	Dinek köyü	Dineksaray merkezi	Alibeyhüyükü	İnli	Güneysınır
Örnek sayısı	16	3	7	3	1	1
<i>Rhizobium</i> sayısı (x10 ⁴ adet/gr)	8–40	43–50	12–52	6–47	27	12

Diğer taraftan toprak, bitki ve çevre faktörleri *Rhizobium* potansiyelinin dağılımını ve onların gelişmelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Buna paralel olarak, toprak özellikleri (fiziksel, kimyasal, biyolojik) aynı zamanda *Rhizobium* sayısını da etkilemektedir. Ayrıca *Rhizobium*'ların topraktaki dağılımları bölgeden bölgeye değişmektedir. Araştırma alanından alınan topraklarda *Rhizobium* sayıları farklılık göstermiştir. Toprakların N, pH, EC, kireç, organik madde kapsamları ve besin elementi içerikleri ile *Rhizobium* sayısı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yapılan korelasyonda da önemli pozitif ve negatif ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi toprak özellikleri ile topraktaki *Rhizobium* arasında bir ilişki mevcut olup, bu ilişki toprak özellikleri ile değişmektedir. Nitekim çalışmaya konu olan farklı yerlerden alınan topraklardaki *Rhizobium* sayıları büyük değişiklikler göstermiştir.

Araştırmada kullanılan toprakların azot içerikleri genelde az ve yeterli olarak (% 0.011–0.054) bulunmuştur (Çizelge 1). Ayrıca, azot ile *Rhizobium* sayısı arasında yapılan korelasyonda ilişki pozitif ve % 1 seviyesinde önemli olarak tespit edilmiş olup korelasyon katsayısı r=0.561'dir (Çizelge 2). Azotun *Rhizobium* üzerine etkisi kesin olarak bilinmekte olup ortama fazla azot verildiği zaman *Rhizobium* bakterisi çalışmamaktadır. Bitki beslemede diğer bitki besin elementleri içerisinde azotun önemli bir yeri vardır. Azot kökler vasıtasıyla inorganik bileşikler halinde alınırken, aktif nodüller tarafından da serbest azot formunda (N₂) alınır. Ayrıca azot toprakta yaşayan birçok organizma için gerekli olan elementtir. Toprakta inorganik azotun az veya çok olması toprakta yaşayan birçok organizmayı ve kültür bitkilerini etkilemektedir. Mineral azotun *Rhizobium sp.* bakterilerini, dolayısıyla azot fiksasyonunu ve nodül oluşumunu etkilemesi ile ilgili olarak çok sayıda çalışma mevcuttur.

Kacar et al (2004), Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde aşılama ve azotlu gübrelemenin verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlendiği bir çalışmada, Bursa ekolojik koşullarında aşılamanın çeşitler üzerinde incelenen özelliklerde bir etkisinin olmadığı, gübre dozlarının artması ile verim ve verim komponentlerinde genellikle artışlar sağladığını ve çeşitler arasında Şahin 90 çeşidinin 9 kg/da N uygulaması ile en yüksek verime ulaşarak öne çıktığını belirlemişlerdir.

Araştırmaya konu olan toprakların birçoğunda gübreleme nedeniyle başta N olmak üzere birçok besin elementi fazla olarak belirlenmiştir. Bu durum, topraklardaki *Rhizobium* popülasyonu ve başka bir ifade ile nodül oluşumunu doğrudan etkileyen bir faktördür.

Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere topraklar pH açısından hafif alkalin karakterdedir. Bu pH değerleri topraktaki birçok mikroorganizma için uygun olup, toprağın biyolojik aktivitesini yüksek tutmaktadır. Diğer taraftan rhizobium sayısı ile pH arasında yapılan korelasyonda bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen sonuçlarda *Rhizobium* sayısı değişmiştir. Her ne kadar pH ile *Rhizobium* sayısı arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmemiş ise de, toprak pH'sındaki değişimler *Rhizobium* sayısını etkilemektedir. Toprak reaksiyonu toprakta yaşayan veya aşılama ile toprağa verilen *Rhizobium sp.*

bakterilerinin aktivitesini etkileyen en önemli toprak özelliklerindedir. Optimum N₂ fiksasyonu nötr pH civarlarında olmaktadır. Fakat değişik *Rhizobium sp.* türlerine göre optimum pH'da değişimler görülebilmektedir (Anonymous, 1982).

Toprak tuzluluğu ile *Rhizobium* sayısı arasında bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge 2). *Rhizobium* bakterilerinin aktiviteleri artan tuza paralel olarak düşmüştür. Sulama suyunda artan tuz konsantrasyonunun baklagillerde tane ve nodül ağırlığını önemli miktarda düşürdüğü tespit edilmiştir (Anonymous, 1982). Singleton ve ark. (1982) tarafından besi ortamına çeşitli miktarda tuz ilavesi ile yapılan çalışma sonuçları, ortamın tuz içeriği arttıkça Rhizobial yoğunluğun düştüğünü, bakteri etkinliğinin azaldığını, buna bağlı olarak kuru madde oluşumu, nodül ağırlığı ve nodül aktivitesinin azaldığını ortaya koymuştur.

Araştırma topraklarının kireç içerikleri değerlendirildiğinde, kireçli ve çok fazla kireçli sınıfına dahil olmaktadır. Aynı zamanda kireç içeriği ile *Rhizobium* sayısı arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir (Çizelge 2). Ortamın asitliği ve kalsiyum konsantrasyonu *Rhizobium sp.*'lerin üremesi ve baklagillere enfeksiyonunda önemli rol oynamaktadır. Kalsiyum, asit koşullarda Al ve Mn iyonlarının N₂ fiksasyonuna olan toksik etkilerini ortadan kaldırır (Anonymous, 1982).

Toprakların organik madde miktarları az ve yeterli düzey arasında değişmektedir. Ayrıca *Rhizobium* sayısı ile topraktaki organik madde arasında yapılan korelasyonda % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (r=0.517) (Çizelge 2).

Söz konusu toprakların *Rhizobium* sayısı ile kalsiyum arasında yapılan korelasyonda önemli bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda kalsiyum toprak reaksiyonuna etki ederek bitkinin gelişmesine ve *Rhizobium*'un çoğalma ve canlılığını devam ettirmesine yardımcı olur. Kalsiyum iyonları, fosfor bor, mangan ve molibdenin bitki tarafından alınmasına yardım eder (Alva ve ark. 1987). Kalsiyum toprak reaksiyonuna etki ederek bitkinin gelişmesine, *Rhizobium sp.*'nin çoğalma ve canlılığını devam ettirmesine yardımcı olur. Kalsiyum iyonları, fosfor, bor, mangan ve molibdenin bitki tarafından alınmasına yardım eder. Kalsiyum tuzları özellikle asit karakterli topraklarda nodül oluşumuna olumlu etki yapmaktadır.

Diğer taraftan *Rhizobium* sayısı ile topraktaki magnezyum ve fosfor arasındaki korelasyonda, hem *Rhizobium* sayısı ile magnezyum hem de *Rhizobium* sayısı ile fosfor arasında önemli bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge 2). Ancak fosfor, *Rhizobium* bakterilerinin aktivitesi ve kök gelişimini artırarak nodüllerin daha erken, daha büyük ve daha fazla sayıda oluşmasına neden olduğu, dolayısıyla bitkilerde azot fiksasyonunu arttırdığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir (Nagre ve Keshbar, 1993). Fosfor protein sentezinde görev alan önemli bir elementtir. Baklagiller protein bakımından zengin olduğundan diğer bitkilere nispeten fosfora daha fazla ihtiyaç gösterirler.

Toprakların potasyum içerikleri çok az ile çok yüksek arasında değişmektedir. Potasyum ile *Rhizobium* sayısı arasındaki korelasyonda pozitif ve % 1 seviyesinde önemli (r = 0.457*) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Toprakta potasyum (K) ve kükürtün (S) bulunmaması durumunda, fazla miktarda yararlı azot olsa bile baklagil bitkilerinde protein sentezi gerçekleşmez. K, nodül sayısında, S ve P ise nodül sayısı ve nodül büyüklüğünde etkili olmaktadır (Kızıloğlu, 1995).

Toprakların demir içerikleri yeterli hatta oldukça yüksek düzeydedir. Fe içeriği ve *Rhizobium* sayısı arasında yapılan korelasyon sonucu önemli bir ilişki olmadığı Çizelge 2'de görülmektedir. Baklagil bitkileri demir içeren bir protein olan leghemoglobini ihtiva ederler. Leghemoglobin oksijenin geri dönüşümlü olarak yakalar ve nitrogenaz enziminin aktivite göstermesinde etkili olur. Leghemoglobin içeren nodüller pembe-kahverengi görünümündedirler ve bu rengin oluşmasında leghemoglobin etkilidir. Leghemoglobin içermeyen nodüller ise beyaz renkte ve küçüktürler (Kacar, 1977).

Toprak bakterileri yaşam koşulları için en uygun ortamlarda hayatlarını sürdürürler. Yaşam alanlarında örneğin rizosfer bölgesinde bulunan diğer mikroorganizmalarla besin elementleri temini nedeniyle her zaman bir etkileşim ve mikrobiyal yarış halindedirler. Özellikle *Rhizobium* bakterileri demire olan büyük gereksinimleri nedeniyle bu elementin rekabetine çok fazla girmektedir. Battistoni ve ark. (2001) yaptıkları bir çalışmada toprakta demir eksikliğinde bakteriler arasındaki rekabeti incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, demir eksikliği durumundaki *Rhizobium*'ların çok daha etkili rekabet ettiklerini belirtmişlerdir.

Diğer taraftan araştırma topraklarının bakır ve mangan içeriği ile toprakta *Rhizobium* sayısı arasında yapılan korelasyonda önemli bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge 2). Topraklardaki bakır ve mangan miktarları yeterli veya genellikle yüksek düzeydedir (Çizelge 1). Zn, Mn, Cl ve Cu bitkinin büyümesi için gereklidir. Fakat nodülasyonu etkilemez. Cu eksikliği inefektif bakterilerde olduğu gibi fazla sayıda küçük nodülün oluşmasına neden olur (Anonymous, 1984).

Çizelge 2. *Rhizobium* Sayısı İle Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	Rhizobium sayısı	pH	EC	CaCO ₃	O.M.	Fe	Cu	Mn	Zn	Mo	Co	K	N	P	Ca	Mg	Kil	Kum
pH	-0.336																	
EC	0.064	-0.491																
CaCO ₃	0.493	0.005*	-0.054															
	0.115	0.014**	0.774															
O.M.	0.538	-0.657	0.534	-0.426														
	0.517	0.000*	0.002*	0.017**	0.244													
Fe	0.234	0.003	-0.372	-0.157	0.185													
	0.206	0.985	0.039**	0.400	0.612	0.718												
Cu	0.338	-0.353	-0.069	-0.614	0.000*	0.000*												
	0.063	0.052	0.714	0.000*	0.357	0.421	0.513											
Mn	-0.099	0.041	0.125	-0.322	0.049*	0.018**	0.003*	0.485										
	0.597	0.826	0.502	0.077	0.479	0.066	0.411	0.289	0.082									
Zn	0.254	-0.026	0.406	-0.167	0.024**	0.026**	0.000*	0.000*	0.005*	0.488								
	0.168	0.890	0.370	0.006*	0.725	0.022**	0.006*	0.289	0.082	0.485								
Mo	-0.535	0.229	0.313	-0.108	-0.255	-0.328	-0.331	0.289	0.082	0.485								
	0.002*	0.214	0.087	0.565	0.166	0.071	0.069	0.114	0.662	0.488								
Co	-0.161	0.171	0.080	-0.237	0.259	0.359	0.398	0.974	0.488	0.359								
	0.386	0.359	0.667	0.200	0.160	0.047**	0.026**	0.000*	0.005*	0.048**	0.280							
K	0.457	-0.301	0.291	-0.338	0.697	0.075	0.569	0.344	0.816	-0.274	0.128							
	0.010*	0.100	0.112	0.063	0.000*	0.689	0.001*	0.058	0.000*	0.136	0.128							
N	0.561	-0.530	0.660	-0.075	0.702	-0.230	0.221	-0.006	0.654	-0.211	-0.044	0.767						
	0.001*	0.002*	0.000*	0.687	0.000*	0.214	0.232	0.975	0.000*	0.255	0.814	0.000*						
P	0.240	0.065	0.277	-0.189	0.389	-0.263	0.218	0.084	0.653	-0.005	0.102	0.726	0.657					
	0.193	0.730	0.131	0.308	0.031**	0.154	0.238	0.651	0.000*	0.978	0.585	0.000*	0.000*					
Ca	0.293	-0.334	-0.226	-0.228	0.327	0.452	0.540	0.230	0.272	-0.504	0.113	0.461	0.149	-0.097				
	0.109	0.066	0.222	0.216	0.073	0.011**	0.002*	0.213	0.139	0.004*	0.544	0.009*	0.424	0.604				
Mg	-0.334	0.076	0.177	-0.335	0.024	0.055	0.186	0.456	0.158	0.456	0.500	-0.084	-0.084	0.141	-0.441			
	0.066	0.683	0.340	0.066	0.898	0.771	0.317	0.010*	0.395	0.010*	0.004*	0.653	0.654	0.450	0.013**			
Kil	0.019	-0.383	-0.010	-0.011	0.005	0.086	0.034	-0.005	-0.012	-0.206	-0.001	0.069	0.078	-0.400	0.336	-0.236		
	0.918	0.033**	0.956	0.954	0.977	0.646	0.858	0.978	0.951	0.267	0.998	0.713	0.676	0.026**	0.065	0.201		
Kum	-0.376	0.004	0.315	-0.373	0.022	-0.342	-0.048	0.141	-0.142	0.472	0.110	-0.155	-0.090	0.248	-0.513	0.528	-0.630	
	0.037**	0.985	0.085	0.039**	0.906	0.060	0.796	0.448	0.447	0.007*	0.556	0.405	0.631	0.179	0.003*	0.002*	0.000*	
Silt	0.458	0.365	-0.390	0.485	-0.033	0.352	0.029	-0.175	0.191	-0.401	-0.139	0.131	0.039	0.070	0.328	-0.444	-0.163	-0.663
	0.010*	0.044**	0.030**	0.006*	0.859	0.052	0.877	0.347	0.303	0.025**	0.455	0.483	0.837	0.707	0.071	0.012**	0.380	0.000*

Topraklar az veya çok miktarda Zn içermektedir. Çinko ile *Rhizobium* sayısı arasında yapılan korelasyonda önemli bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Yapılan bazı çalışmalarda da çinkonun bitki büyümesi için gerekli olduğu ancak nodülasyona doğrudan etki yapmadıkları bildirilmiştir (Bordeleau ve Provost 1994). Toprakların molibden miktarları genelde yetersiz seviyededir. *Rhizobium* sayısı ile molibden arasında yapılan korelasyonda da negatif ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0.535$) (Çizelge 2). Toprakların kobalt miktarları az ve fazla olarak değişmekte olup, *Rhizobium* sayısı ile kobalt arasında yapılan korelasyonda önemli bir ilişki tespit edilmemiştir. *Rhizobium* sayısı ile toprak tekstürü arasında yapılan korelasyonda pozitif ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir (% 1 ve % 5).

Bilindiği gibi toprakta *Rhizobium* sayısı üzerine, toprak özellikleri önemli derecede etkide bulunmaktadır. Özellikle toprak pH'sı, toprakta bulunan mineral N, organik madde ve toprak nemi gibi faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlerin optimum seviyede olması durumunda *Rhizobium* bakterisi aktivite gösterebilmektedir. Topraklardaki bitki besin elementlerinin bitki gelişimi için yeterli ve dengeli olması genelde büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, demir (Fe) ve molibden (Mo), baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonunda görev yapan Nitrogenaz enziminin yapısında yer almaktadır.

Dolayısıyla bu besin elementlerinin topraktaki miktarı ve bitki tarafından alınımı baklagillerde simbiyotik N₂-fiksasyonunu doğrudan etkilemektedir (Vincent, 1982; Werner, 1987; Durrant, 2001).

Sonuç olarak; *Rhizobium*'un oluşumu ve populasyonunun çoğalmasında toprak özellikleri (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) ile baklagillerin önemli bir rolü vardır. Baklagillerin azot fiksasyonunda etkili olan doğal *Rhizobium* populasyonu yetersiz olduğunda, etkili bir suşla aşılama yapılarak azot fiksasyonu artırılabilir. Öte yandan yüksek verim artışı da sağlanabilmektedir. Bu nedenle elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için sadece doğal populasyon sayısı değil, simbiyotik etkinliğinde incelenmesi gerekmektedir. Bu yüzden yeni tarım yapılan veya yeterli *Rhizobium* populasyonuna sahip olmayan alanlarda, azotlu gübre kullanmaksızın yüksek verim elde etmek için etkili suşlarla aşılama yapılması gerekmektedir. Ayrıca fasulye tarımı yapılan topraklarda *Rhizobium* aktivitesinin ve etkinliğinin artırılması için toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

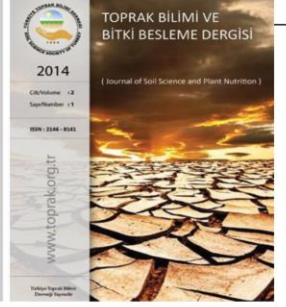
- Aguilar OM, Veronica Lopez M, Ricillo PM, 2001. The diversity of Rhizobia nodulating beans in northwest argentina as a source of more efficient inoculant strains. J. Biotechnol. 91. 181-188.
- Alva AK, Edwards DG, Asher CJ, Suthipradit S, 1987. Effects of acid soil infertility factors on growth and nodulation of soybean. Argon. J. 79: 302-306
- Anonymous 1982. Application of Nitrogen Fixing System in Soil Management. FAO Soils Bulletin No.49 Rome.
- Anonymous, 1984. Legume inoculations and their use FAO, Rome.
- Battistoni F, Platero R, Noya F, Arias A, Fabiano E, 2001. Intracellular Fe content influences nodulation competitiveness of sinorhizobium meliloti strains as inocula of alfalfa. Soil Biology & Biochemistry 34: 593-597
- Bordeleau LM, Prevost D, 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. Plant Soil, 161, 115-125.
- Bouyoucos CA, 1951. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil Agron J. 54 (5), 464 - 465.
- Bremner JM, 1965. Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. A.C.A. Black A. S. of Ag. Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Durrant MC, 2001. Controlled protonation of Iron-Molybdenum cofactor by nitrogenase: A structural and theoretical analysis. Depar. of Biol. Chemistry, John Innes Centre, Norwich Research Park, Colney, NR4 7UH, U.K.
- FAO, 1990. Micronutrient assesment at the country level, P, 1-208. An international study. (M. Sillanpa. Ed.). FAO Soil Bulletin No. 63. Rome
- Graham PH, Vance CP, 2002. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extention needs. Field Crop Research. 65, 93-106.
- Gürbüz E, 1978. En fazla azot tespit etme özelliği gösteren soya fasulyesi nodozite bakterilerinin seçilmesi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Genel yayın no: 78, Rapor yayın no: 12
- Hansen PA, 1994. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes university of hohenheim. Hohenheim tropical agricultural series, 248 p Germany.
- Hızalan E, Ünal H, 1965. Soil chemical analysis. University of Ankara Agriculture Faculty Publics, 273, Ankara.
- Kacar B, 1977. Bitki Besleme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 637, S: 124.
- Kacar B, 1979. Genel Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak Yayınları, No:724. Ders kitabı, No:214, Ankara.
- Kacar B, 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Z. F. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı yay. No: 3. ss 705.

- Kaçar O, Çakmak F, Çöplü N, Azkan N, 2004. Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(1): 207-218
- Karuç K, Cebel N, Altuntaş S, 1993. Ankara ili Kazan ve Kızılcahamam ilçeleri topraklarının doğal Rhizobium popülasyonu üzerine bir çalışma. Kükem Dergisi, 8. Kükem Kongresi Özel Sayısı, 120-121.
- Kızıloğlu T, 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 180. Erzurum.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 421-428.
- Nagre PK, Keshkar PB, 1993. Effect of irrigation and phosphorus levels on nodulation of Berseem. Herbage Abstr. 63 (10): 3096.
- Olsen SR, Cole CW, Watanabe SS, Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction by sodium bicarbonate. USDA Agric. Circ. 939,19p.
- Richard LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Dept. Of Agriculture, No: 60, Washington, D.C.
- Sarıoğlu G, Özçelik S, Kaymaz S, 1993. Elazığ ve yöresinde üretilen mercimek bitkilerinden etkili nodozite bakterilerinin (*Rhizobium leguminosarum* biovar. *Viciae*) seçimi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 17, 569-573.
- Singleton PW, El Swayf SA, Bohloal BB, 1982. Effect of salinity on Rhizobium growth and survival. Applied and Environmental Microbiol., Vol 44, no 4, p 884-890
- Smith HW, Weldon MD, 1941. A comparison of some methods for the determination of soil organic matter. Soils Sci. Soc. Amer., Proc., 5: 177-182.
- Soltanpour PN, Workman SM, 1981. Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH_4HCO_3 -DTPA Extracts of Soils. Developments in Atomic Plasma Analysis, In: Barnes R.M. (ed). USA. 673-680.
- US Salinity Lab. Staff 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. S.1-183. Toprak Su Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No:47, Rehber No:8, Ankara.
- Vincent JM, 1982. Nitrogen fixation in Legumes. Academic Press, Sydney.
- Werner D, 1987. Pflanzliche und Mikrobielle Symbiosen. Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri

Nutullah Özdemir *, Coşkun Gülser, İmanverdi Ekberli, Ömrüm Tebessüm Kop

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

Özet

Bu çalışmada asit bir toprağa kireç (K), zeolit (Z), polyacrylamide (PAM) ve biyokatı (BK) gibi düzenleyici uygulamalarının toprağın bazı özellikleri ve mısır bitkisinin verimine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yüzey toprak örnekleri Samsun ilinin Terme ilçesinden alınmıştır. Çalışma konusu topraklar, ince tekstürlü, orta düzeyde organik madde içeriğine, düşük pH'ya sahip topraklardır. Çalışma faktöriyel düzende ve sera koşullarında yürütülmüş olup düzenleyiciler topraklara kontrol dahil dört farklı düzeyde uygulanmıştır. Toprak örnekleri 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon periyodunun sonunda saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Asit toprakta kireç ve düzenleyici uygulamaları toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası gibi bazı fiziksel özelliklerinin yanı sıra, pH, katyon değişim kapasitesi ve organik madde gibi kimyasal özelliklerini iyileştirmiştir. Toprakların özelliklerindeki iyileşmenin yanı sıra, mısır bitkisinin veriminde de artış sağlaması bakımından en fazla etkiyi Z ve PAM ile karşılaştırıldığında BK uygulaması göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Asit toprak, mısır, polyacrylamide, zeolit, biosolid, kireç.

Effects of conditioner applications in an acidic soil on some soil properties and yield

Abstract

In this study, effects of lime (K), zeolite (Z), polyacrylamide (PAM) and biosolid (BK) applications in an acidic soil on some soil properties and yield of corn were investigated. Surface soil sample used in this study was taken from Terme County of Samsun. Some soil properties were determined as follows; fine in texture, moderate in organic matter content, low in pH. The soil sample was treated with the inorganic and organic materials at four different levels including the control treatments in a randomized factorial block design. The soil samples were incubated for ten weeks. After the incubation period, corn was grown in all pots. It was determined that lime and conditioner applications improved some soil physical properties such as; field capacity, permanent wilting point, and some chemical properties such as; pH, cation exchange capacity and organic matter. Besides improving soil properties, BK application when comparing with Z and PAM had the highest effect on increase in yield of corn plant.

Keywords: Acid soil, corn, polyacrylamide, zeolite, biosolid, lime.

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmek, hem bitki yetiştiriciliği ve hem de toprak yönetimi açısından oldukça önemlidir. Toprakların asitleşmesinden ortaya çıkan olumsuz etkileri gidermek ve strüktürel dayanıklılığı artırmak, uygun bir bitki büyüme ortamının oluşmasına, erozyon zararlarının önemli ölçüde azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu bakımdan çeşitli araştırmacılar, değişik topraklara farklı düzeylerde ahır gübresi (Gür 1981; Aran, 1986), buğday samanı (Gür, 1981; Christensen, 1986), yeşil gübre (Biswas ve ark., 1970; Gür, 1981), çöp kompostu (Khaalel ve ark., 1981; Pikul ve Allamaras, 1986) ve diğer bir takım organik artıklar (Epstein ve ark., 1976; Guidi ve ark., 1983) uygulayarak söz konusu gelişme ve değişmeyi araştırmalardır.

Foley ve Cooperhand (2002), kağıt fabrikası atıkları ve kompost uygulamasının, toprak organik karbonu ve fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, uygulamaların kontrole göre, organik karbon miktarını, topraktaki elverişli su miktarını önemli miktarda artırdığını ve patates üretiminde ihtiyaç

* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Tel.: 0(362)3121919

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: nutullah@omu.edu.tr

duyulan sulama suyu miktarının, %4 ile %30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. [Sarkar \(1988\)](#), asit lateritik kumlu topraklar üzerinde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı N, P, K oranlarını esas alarak yürüttüğü bir araştırmada, kireçleme ile üründe artış meydana geldiğini belirtmiştir. [Meng \(1988\)](#), çeltik yetiştirilen topraklara değişik kireç formları uygulayarak yürüttüğü araştırmada, katyon değişim kapasitesinin ve buğday veriminin arttığını belirlemiştir. [Cumming \(1990\)](#), kireçleme uygulamasıyla, Mn ve Al'un fitotoksik etkisinin azaldığını belirlemiştir. [Espinosa \(1992\)](#), kireçlemenin, yarayışlı fosforu artırdığını, nitrikasyon ve N fiksasyonunu teşvik ettiğini bildirmiştir. [Kacar \(1986\)](#), kireçlemenin, bitki besin elementlerinin yarayışlılık durumlarını etkilediğini, mineralizasyonu gerçekleştirerek bitki beslenmesine yararlı olan mikroorganizmaların etkinliğini artırdığını, organik ve inorganik karakterli zehirli bileşiklerin nötrleşmesini sağladığını bildirmiştir.

Zeolit yüksek katyon değişim kapasitesi ve su tutma özelliği ile iyi bir toprak düzenleyicisidir. [Mumpton \(1983\)](#), [Gote ve Ninaki \(1980\)](#), zeolitin toprağa ilave edilmesi ile su rejimini düzelttiğini ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediğini belirtmişlerdir. [Mumpton \(1983\)](#), kültür topraklarında amonyumlu gübre verilmesi sonucu olumsuz pH değişiminin, zeolit minerali kullanılmak suretiyle giderilebileceğini belirtmiştir. [Mumpton ve ark., \(1978\)](#), zeolitin yüksek amonyum değişim kapasitesi değişikliği ile azotlu gübrenin yıkanmasını azalttığını açıklamıştır. [Barbarick ve ark., \(1983\)](#), zeoliti N ve K temin eden yavaş-verici olarak değerlendirip, fazla miktarının toksik olduğu amonyumu, kanallarına alarak topraktan uzaklaştırdığını ve amonyum zehirlenmesini azalttığını bildirmişlerdir. Zeolit, olumlu fizikokimyasal nitelikleriyle, bitki yetiştirme ortamı ve toprak düzenleyici olarak tarımcıların ilgisini çekmektedir ([Gote ve Ninaki 1980](#)).

Bu çalışma, kireç (K), biyokatı (BK), polyacrylamide (PAM) ve zeolit (Z) gibi toprak düzenleyici uygulamalarının asit toprağın özellikleri ve mısır bitkisinde verim üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan yüzey (0-20 cm) toprak örneği Samsun ili Terme İlçesinden alınmıştır. Biyokatı (BK), kireç (K), polyacrylamid (PAM) ve zeolit (Z) farklı kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir. Faktöriyel düzende yürütülen çalışmada toprak örneklerinin kireç ihtiyaçları 0, 50 ve 100% düzeyinde giderildikten sonra örnekler organik ve inorganik kökenli 3 farklı düzenleyici 4 farklı dozda (BK % 0, 2, 4 ve 8; Zeolit % 0, 0.5, 1.0 2.0; PAM; 0, 15, 30, 60 ppm) ve 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Bütün örnekler 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuşlardır. İnkübasyon dönemi sonrasında saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Mısır bitkisinin hasadından sonra saksılardaki toprak örnekleri elle ufalandıktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Topraklarda bazı fiziksel ve kimyasal özellikler aşağıda verilen yöntemler takip edilerek belirlenmiştir. Organik madde içeriği, modifiye Walkley-Black metodu ([Nelson ve Sommers, 1982](#)); tekstür hidrometre metoduyla ([Demiralay, 1993](#)) kireç ihtiyacı SMP metoduyla ([Kacar, 1995](#)); pH 1:2.5 toprak su karışımında pH metreyle ([Black, 1965](#)); değişebilir sodyum amonyum acetate ekstraksiyonu ve katyon değişim kapasitesi Bower metoduna ([US Salinity Laboratory Staff, 1954](#)) göre belirlenmiştir. İstatistiksel hesaplamalar SPSS 17.0 bilgisayar programında yaptırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak Özellikleri

Toprakların deneme öncesi saptanan bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de, deneme sonrası belirlenen özellikler ise Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak örneği kil bünyeli olup orta düzeyde organik madde içeriğine, kuvvetli asit pH'ya, sahiptir ([Soil Survey Staff, 2003](#)).

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kum (S), %	23.3
Silt (Si), %	36.5
Kil (C), %	40.2
Tekstür sınıfı	Kil
pH, 1:2.5	5.4
Organic madde içeriği (OM), %	2.93
Katyon değişim kapasitesi (KDK), cmol kg ⁻¹	21.2

Kireç uygulamaları (kireç ihtiyacı giderilmeden (K_0), yarısı giderilmiş (K_1) ve tamamı giderilmiş (K_2)) ve ilave edilen toprak düzenleyiciler toprak özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir (Çizelge 2). Toprakların pH değerlerinin, kireç uygulaması ve kullanılan düzenleyicilerin çeşit ve dozlarından etkilendiği ve kontrolde kuvvetli asit karakterde olan pH (5.3) değerini, K_1 uygulamasında %21.5 oranında (pH 6.50, hafif asit düzeye), K_2 uygulamasında ise %34.6 oranında (pH 7.20, nötr düzeye) yükselttiği belirlenmiştir. Farklı kireçleme düzeylerinde düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak toprak pH larında en yüksek artışlar K_2 kireç dozunda BK₃ (6.80), Z₂ ve Z₃ (7.50) ve PAM₂ (7.60) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprakların KDK leri düzenleyici uygulamalarıyla artış göstermiş, kontrolde (K_0) en düşük olan KDK (21.69 cmol kg⁻¹) değeri, K_2 -BK₃ uygulamasında %45.4'lük bir artışla en yüksek değere (31.54 cmol kg⁻¹) ulaşmıştır (Çizelge 2). Diğer düzenleyiciler için en yüksek KDK değerleri K_0 -Z₂ (33.20 cmol kg⁻¹) ve K_0 -PAM₃ (29.81 cmol kg⁻¹) uygulamalarında belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi değerlerinde meydana gelen değişim üzerinde atık çamurunun etkisinin daha belirgin olduğu kireçleme dozlarının tamamında kontrole göre BK uygulamasının KDK'yı artırdığı saptanmıştır. Zeolit ve PAM uygulamaları kontrol uygulamasına göre kireçlemenin K_0 dozunda ortalama olarak KDK'yı artırırken, artan kireçleme dozlarında KDK üzerinde çok fazla etkili olmamışlardır.

Çizelge 2. Toprakların deneme sonrası bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kireç Dozu	Düzenleyici	Doz	pH, 1:2.5	Değişebilir Katyonlar, cmol kg ⁻¹				OM, %	TK, %	SN, %
				Na	K	Ca+Mg	KDK			
K_0	BK	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.40	1.37	1.28	21.79	24.46	4.72	33.44	25.30
		2	5.60	1.61	1.50	26.00	29.11	4.87	36.56	27.95
		3	5.80	1.74	1.63	27.36	30.75	5.06	38.35	30.06
	Z	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.95	1.37	1.35	28.82	31.55	5.95	33.64	23.66
		2	5.95	1.51	1.38	30.31	33.2	6.18	33.22	23.97
		3	6.05	1.61	1.45	25.21	28.27	5.94	32.82	24.35
	PAM	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.70	1.46	1.35	23.82	26.63	6.10	32.92	24.21
		2	5.65	1.70	1.33	25.30	28.32	6.23	32.42	24.49
		3	6.10	1.73	1.33	26.76	29.81	6.44	32.69	25.07
K_1	BK	0	6.50	1.37	1.32	20.11	22.8	5.42	32.77	24.82
		1	6.40	1.47	1.47	21.64	24.59	6.38	34.53	26.43
		2	6.45	1.58	1.71	22.89	26.17	6.13	37.04	28.19
		3	6.60	1.91	2.03	27.36	31.30	6.18	38.80	28.61
	Z	0	6.50	1.37	1.32	20.11	22.80	5.42	32.77	24.82
		1	7.10	1.48	1.30	16.12	18.91	4.14	33.53	24.65
		2	7.15	1.74	1.36	16.71	19.80	4.57	33.43	24.27
		3	7.10	2.02	1.48	23.07	26.56	4.98	31.75	24.80
	PAM	0	6.50	1.36	1.32	20.11	22.80	5.42	32.77	24.82
		1	7.10	1.54	1.32	15.82	18.68	4.39	32.76	24.48
		2	7.10	1.46	1.28	15.50	18.24	4.82	32.72	24.97
		3	7.10	1.62	1.30	15.50	18.41	3.68	32.54	25.44
K_2	BK	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	6.60	1.48	1.49	23.54	26.51	4.77	33.12	26.14
		2	6.60	1.66	1.83	26.50	30.00	5.54	37.40	28.20
		3	6.80	1.71	1.86	27.96	31.54	6.04	38.51	30.48
	Z	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	7.40	1.48	1.36	19.62	22.47	4.75	31.84	25.05
		2	7.50	1.53	1.36	108.7	21.54	5.06	32.84	25.32
		3	7.50	1.75	1.40	19.58	22.73	4.25	33.40	25.57
	PAM	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	7.30	1.46	1.32	17.87	20.66	5.13	33.12	26.78
		2	7.60	1.53	1.34	18.22	21.10	4.87	32.10	27.83
		3	7.40	1.41	1.37	18.44	21.23	4.64	32.32	28.12

Toprakların mısır bitkisinin hasadından sonraki organik madde içeriklerinin de kireçleme ve düzenleyicilerin çeşit ve dozlarından etkilendiği anlaşılmaktadır (Çizelge 2). Orijinal deneme toprağında %2.93 olan organik madde içeriği mısır bitkisi yetiştirilmesinden sonra %59.3'lük bir artışla K_0 kontrol uygulamasında %4.67'ye yükseldiği gözlenmiştir. K_0 kontrol uygulamasına göre farklı kireçleme düzeylerinde düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak toprakların OM değerlerindeki en yüksek artışlar %37.9 ile K_0 -PAM₁ (%6.44), %36.61 ile K_1 -BK₁ (%6.38) ve %32.33 ile K_0 -Z₂ (%6.18) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Gülser (2006), yem bitkisi yetiştiriciliğinin toprakların OM içeriklerini önemli düzeyde artırdığını bildirmiştir.

Toprakların tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değerlerinin de uygulamalardan etkilendiği, K_0 kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek TK (%38.80) değeri %16.06'luk artışla K_1 -BK₃ ve en yüksek SN (%30.48) değeri %22.08'lik artışla K_2 -BK₃ uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 2). Candemir ve Gülser (2011), organik atık ilavelerinin kil ve tınlı kum bünyeli toprakların su tutma kapasiteleri, agregat stabiliteleri gibi fiziksel ve OM, değişebilir katyon içerikleri gibi kimyasal özelliklerini önemli düzeyde artırarak toprak kalitelerini iyileştirdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da düzenleyici uygulamaları sonucunda toprakların biyolojik özelliklerdeki değişim ve buna bağlı olarak organik maddenin parçalanmasındaki farklılıklar toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılıklar meydana getirmiştir.

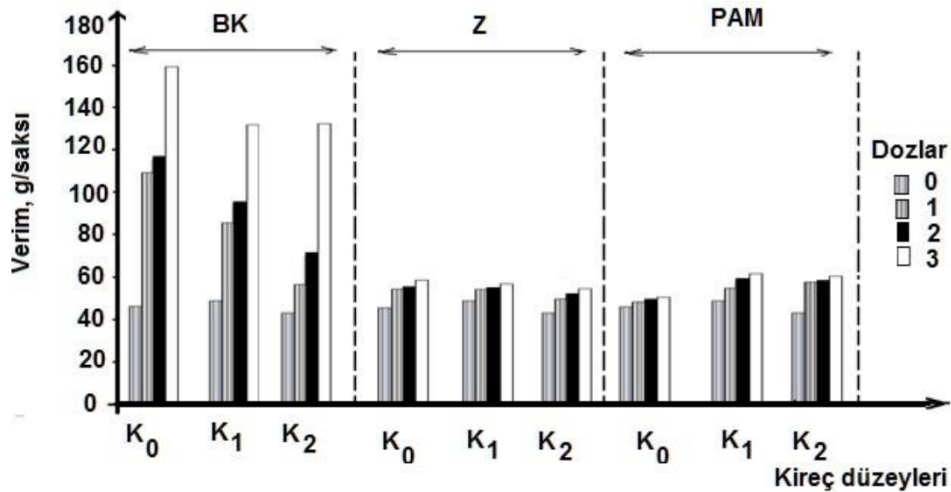
Verim

Mısır bitkisinin verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre kireç, düzenleyici ve doz uygulamaları ile bunların aralarındaki interaksiyonlar verim üzerinde istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Asit karakterli toprakta düzenleyici uygulanarak, inkübasyon döneminden sonra yetiştirilen mısır bitkisine ilişkin verim değerleri Şekil 1'de sunulmuştur. Şekillerin incelenmesinden de görüleceği üzere, mısır bitkisinin verimi BK, Z ve PAM uygulamaları ile K_0 dozunda sırasıyla % 150.29, 9.94 ve 1.74 oranlarında, K_1 dozunda % 98.35, 8.20 ve 316.9 oranlarında ve K_2 dozunda % 69.16, 2.56 ve 5.88 oranlarında artırdığı belirlenmiştir. Her üç kireçleme dozunda BK ile elde edilen artışlar çok daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Topraklardan elde edilen mısır bitkisinde toplam verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	F değeri
Kireç (A)	2	208.3***
Düzenleyiciler(B)	2	3946.4***
A*B	4	267.3***
Dozlar (C)	3	1536.51***
A*C	6	23.4***
B*C	6	798.7***
A*B*C	12	40.9***

*** : % 0.1 seviyesinde önemli



Şekil 2. Farklı kireçleme düzeylerinde biyokatı (BK), zeolit (Z) ve polyacrylamide (PAM) uygulamalarının mısır bitkisinde verime etkileri.

Deneme topraklarının ve uygulanan kireç dozlarının, deneme sonundaki mısır bitkisindeki verim değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, LSD karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4). Kireçleme uygulamalarında en yüksek ortalama verim değeri kireçleme yapılmayan K₀ (70.171 g/saksı) uygulamasında belirlenmiş, kireç dozları arttıkça verim değeri azalmıştır. Düzenleyiciler arasında ortalama verim artışı üzerine en yüksek etkiyi BK (91.19 g/saksı) gösterirken, PAM ve Z uygulamaları istatistiksel olarak aynı düzeyde artışlar göstermiştir. Düzenleyicilerin doz uygulamaları dikkate alındığında, doz artışına bağlı olarak mısır verimi artmış, 3. doz uygulaması (85.18 g/saksı) istatistiksel olarak en yüksek verimi sağlamıştır.

Çizelge 4. Topraklardan elde edilen mısır bitkisinin verim (g/saksı) değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırmalar

Kireç Dozları	K ₀	K ₁	K ₂	
Verim	70.171 a	67.062 b	60.183 c	
Düzenleyici çeşitleri	BK	Z	PAM	
Verim	91.19 a	53.36 b	52.57 b	
Düzenleyici Dozları	3	2	1	0
Verim	85.18 a	68.26 b	63.38 c	46.20 d

Sonuç olarak asit toprakta kireç ve düzenleyici uygulaması toprakların TK ve SN gibi bazı fiziksel özelliklerinin yanı sıra, pH, KDK ve OM gibi kimyasal özelliklerini de artırmıştır. Toprakların özelliklerinde meydana gelen iyileşmeler yetiştirilen mısır bitkisinin veriminde de artışa neden olmuştur. Düzenleyiciler arasında toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve mısır bitkisinde verim artışının sağlanması bakımından en fazla etkiyi BK uygulamasının gösterdiği belirlenmiştir. PAM ve Zeolit uygulamalarının etkinliği biyokatı uygulamasına göre daha düşük düzeyde kalmıştır.

Kaynaklar

- Aran A, 1986. Organik Maddece Fakir Kaba Bünyeli Topraklara Çiftlik Düzenleyicisinin Etkileri. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Konya Araş. Ens. Yayınları.
- Pond WG, Mumpton FA, 1983. Agronomic and horticultural uses of zeolites. In: Zeo-Agriculture Use in Natural Zeolites of Agriculture. (eds. Barbarick KA, Pirela HJ) 93-103.
- Biswas TD, Roy MR, Sahu BN, 1970. Effect of different sources of organic manures on the physical properties of the soil growing rice. J. Indian Soc. Soil Sci., 18 (3):233-242.
- Black CA, 1965. Methods of Soil Analysis. Part 1. Am. Soc. Agron., No:9.
- Candemir F, Gülser C, 2011. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 42 (1):13-28.
- Cumming RW, 1990. Long-term effects of lime in extensive pasture areas of Australia. Plant-soil interactions at low pH. Proceedings of the Second International Symposium on Plant-Soil Interactions at low pH. 24-29 June, Beckly, West Virginia, USA.
- Christensen B, 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size parettes. J. Soil Sci., 37:125-135.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143, 2-42, Erzurum, Turkey.
- Epstein E, Taylor JM, Chaney RL, 1976. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. J. Environ. Qual. 5:422-426.
- Espinosa J, 1992. Soil acidity-effect on efficient fertilizer use. Soil and Fertilizers. 11055-11078.
- Foley BJ, Cooperband LR, 2002. Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties. J. Environ. Qual. 6(31):2086-2100.
- Gülser C, 2006. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. GEODERMA, 131:33-44.
- Gür K, 1981. Muş ve Van yöresi topraklarında mantar dağılımı ve bunların Aspergillus versicolor ile Penicilliumschyrsogenum'un toprakların agregat stabilitesi ile kırılma değeri üzerine etkisi. Doçentlik Tezi, Atatürk üni. Ziraat Fak., Erzurum.
- Kacar B, 1986. Gübreler ve gübreleme teknikleri, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:20, Ankara.
- Kacar B, 1995. Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No 3, Ankara.
- Khalel, R, Reddy, K.R. and Overcash, M.R., 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application. A. Review. J. Environ. Qual., 10 : 133-141.
- Meng SF, 1988. The effect of liming on barley growty in the current season and chemical properties of red earth. Field Crops Abstracts. 041-00120.

- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In Methods of Soil Analysis, (ed. Page AL) Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph No. 9, pp. 539-580, ASA, SSSA; Madison, WI, U.S.A.
- Pikul JL, Allamaras RR, 1986. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. Soil Sci. Soc. Am. J. 50(1), 214-219.
- Soil Survey Staff 2003. Official Soil Series Descriptions. U.S Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center; Lincoln, NE.
- US Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook No:60.

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 yayımlar. 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) 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 belirtmeli 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 örnekler kullanılmalıdır.

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.

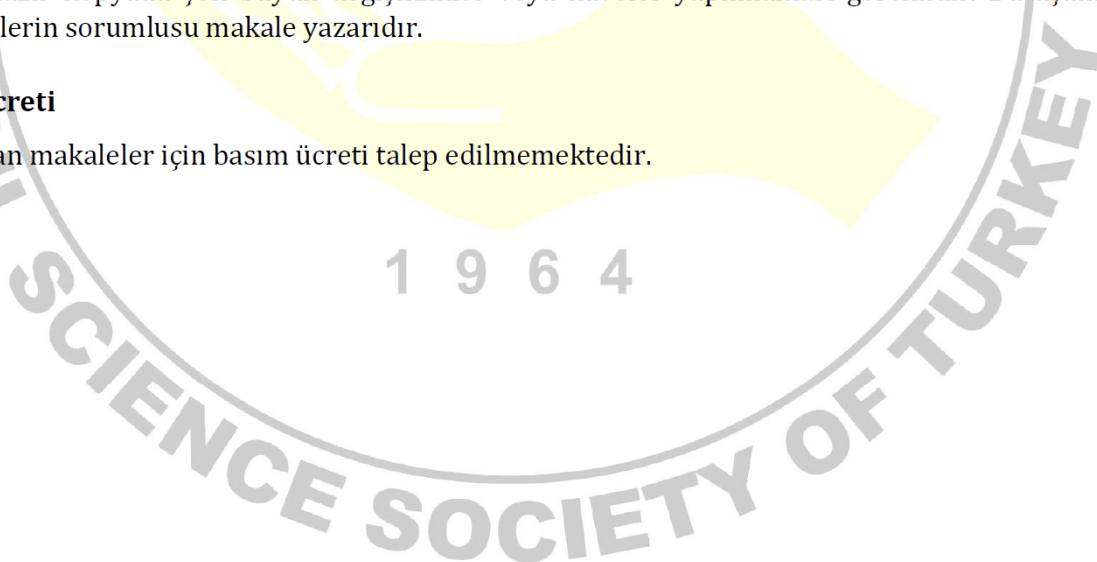
Kabul Sonrası

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. İlave olarak, 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.

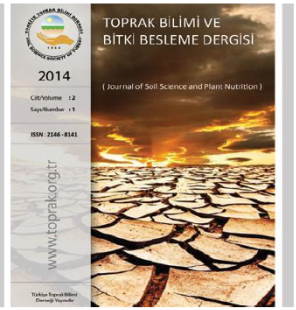
1 9 6 4





TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ *

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayımdan 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.