



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

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



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

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

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

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

### Özet

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

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

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

### Abstract

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

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

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

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

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0533 7457285

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

Geliş Tarihi : 15 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2018

e-ISSN : 2146-8141

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

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

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

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

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

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

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

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

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

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

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

Tablo 2. Fındık zuruf kompostu karıştırılan toprakların bazı fiziksel özellikleri

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

## Denemenin Kurulması

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

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

## Analiz Yöntemleri

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

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

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

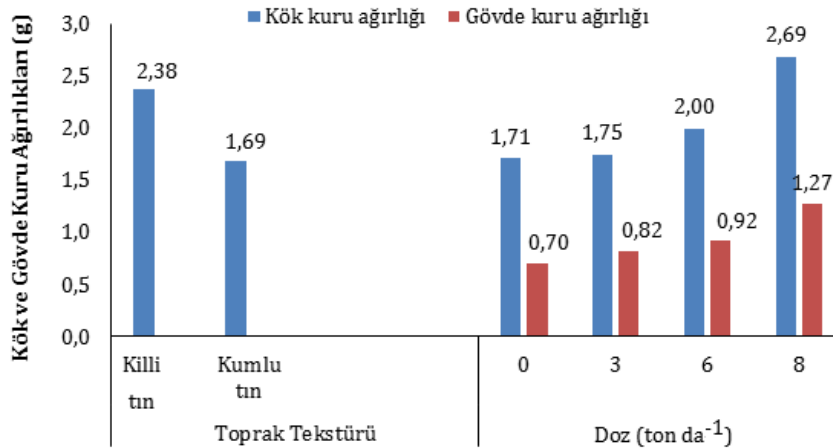
Deneme sonunda elde edilen veriler "JUMP" paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile analiz edilmiş ve önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için % 5 önem düzeyinde LSD (Least Significant Difference-en küçük önem farkı) çoklu karşılaştırma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

## Bulgular ve Tartışma

### Kök ve Gövde Kuru Ağırlığı

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

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



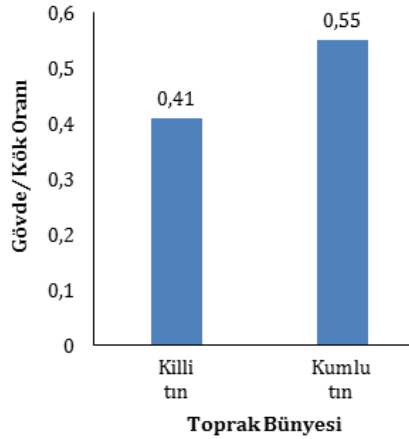
Şekil 1. Toprak bünyesi ve fındık zuruf kompost uygulamalarının bitkinin kök ve gövde kuru ağırlıklarına etkisi

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

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

## Gövde/Kök Oranı

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



Şekil 2. Toprak bünyesinin bitkinin gövde/kök oranına etkisi

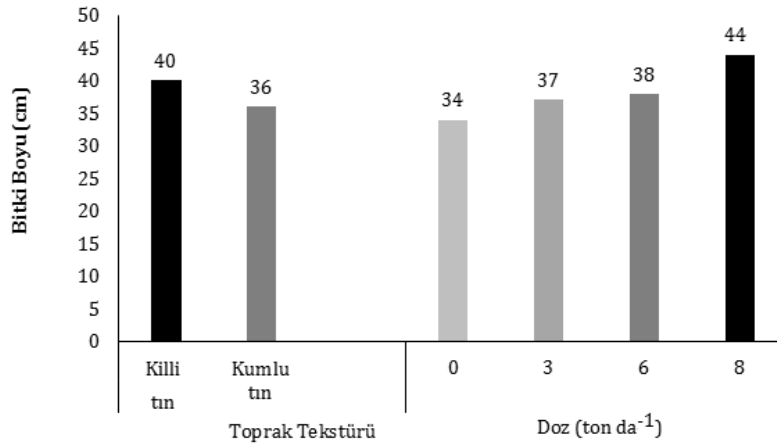
Benjamin ve ark. (2014), mısır bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde su stresine kök ve gövde biyokütlesi arasında negatif bir ilişki olduğu, su stresinin artmasına bağlı olarak tüm gelişme dönemlerinde kök/gövde oranında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Artan su stres düzeyleri ile mısır bitkisinin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

## Bitki Boyu

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

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

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

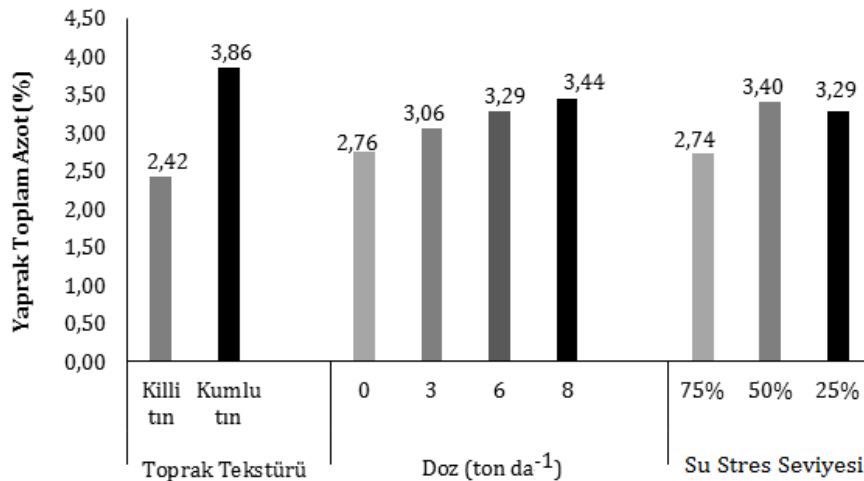


Şekil 3. Toprak bünyesi ve fındık zuruf kompost uygulamalarının bitki boyuna etkisi

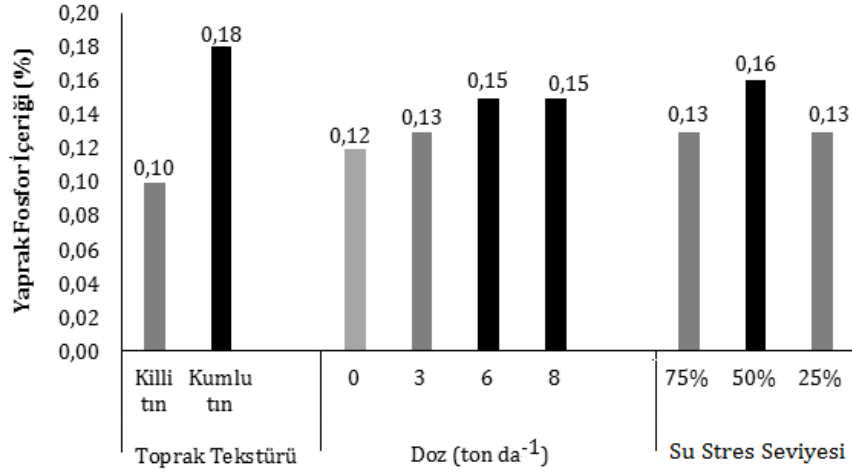
Bitkilerin tüm metabolik işlevleri stresi koşulları altında olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Ancak, organik madde kaynağı olarak kullanılan fındık zuruf kompostu, su stresinin olumsuz etkilerinin oluşmasını engellediği söylenebilir.

### Yaprak Azot, Fosfor ve Potasyum İçeriği

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

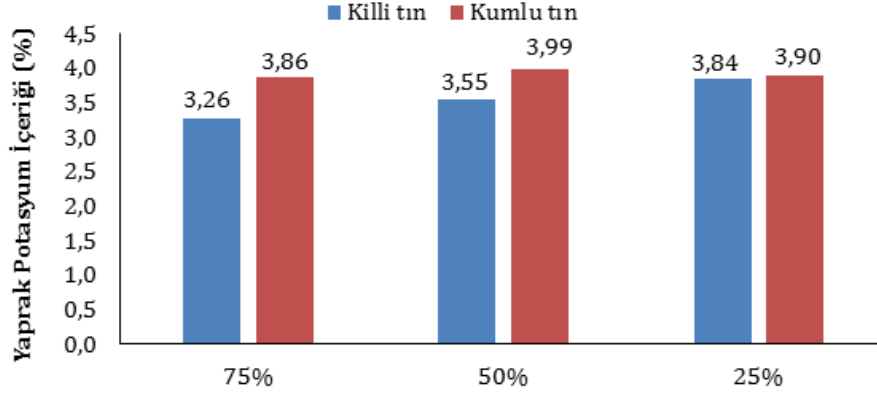


Şekil 4. Toprak bünyesi, su stres düzeyleri ve fındık zuruf kompost uygulamalarının yaprak azot içeriğine etkisi



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

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



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

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

## Sonuç

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

## Teşekkür

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

## Kaynaklar

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



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