



## Düzenleyici Uygulamasının Farklı Reaksiyona Sahip Toprakların Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri

Nutullah ÖZDEMİR, Ömrüm Tebessüm KOP DURMUŞ\*, İmanverdi EKBERLİ, İrem ZORBA

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

Geliş Tarihi/Received: 22.02.2016

Kabul Tarihi/Accepted: 17.08.2016

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: tebessum.kopdurmus@omu.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma; asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip toprakların bazı mekaniksel özellikleri üzerine; çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostunun etkilerini, sera koşullarında belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Samsun ili ve çevresinde yer alan arazilerden ve yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır. Araştırma konusu toprak örnekleri, orta ve ince bünyeli; asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu; tuz içeriği düşük; organik madde miktarı, orta ve az düzeyde; kireç içeriği ise, az ve fazla düzeyde olan topraklardır. Organik madde kaynakları, topraklara dört farklı dozda (% 0, 2.5, 5.0, 7.5) iki tekrürlü olarak uygulanmıştır. Dört haftalık inkübasyon süresinden sonra topraklarda marul bitkisi yetiştirilmiştir. Deneme sonrasında yapılan analiz ve değerlendirmelere göre; topraklara ilave edilen çöp kompostu, tütün atığı ve çeltik kavuzu kompostu, uygulama dozlarına bağlı olarak toprakların likit limit ve plastik limit değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır. Uygulamalar, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve yüzde büzülme değerlerini ise önemli ölçüde azaltmıştır. Bu etkilerin uygulama dozu, pH düzeyi ve organik materyalin çeşidine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Likit limit, plastik limit, yüzde büzülme, COLE-çubuk, organik atık

## Effects of Conditioner Application on Some Mechanical Properties in Soils with Different pH

**Abstract:** This study was carried out to determine the effects of rice husk compost, town waste compost and tobacco waste on mechanical properties of soil under greenhouse conditions. Soil samples used in the study were taken from surface (0-20 cm) the lands near Samsun province and districts. These soil samples were fine to moderate in texture, acid, neutral and alkaline in pH, low in salt content, low to moderate in organic matter content, and low to high in lime content. The organic sources were applied into soils with four doses (0%, 2.5%, 5.0% and 7.5%) and two replicates. After four months of incubation period, lettuce plants were grown in the soils. The results show that applications of rice husk compost, town waste compost and tobacco waste in acidic, neutral and alkaline soils significantly increased the liquid limit and plastic limit values with respect to application doses. These treatments significantly decreased shrinkage and coefficient of linear extensibility values. It was determined that these effects varied based on pH level, and the type and application doses of organic sources.

**Keywords:** Liquid limit, plastic limit, percent shrinkage, COLE, organic waste

### 1. Giriş

Toprakların mekaniksel özellikleri ile bu özellikleri etkileyen faktörlerin ortaya konulması tarım ve mühendislik uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Söz konusu özellikler, toprağın organik madde miktarına, hakim kil minerali

çeşidine, kil içeriğine, değişebilir katyonların cinsine ve organik madde miktarına bağlı olarak değer kazanmaktadır (Canbolat ve Öztaş, 1997; Zentar ve ark., 2009; Salah ve ark., 2013; Tajnin ve ark., 2014).

Atterberg limitleri, COLE-çubuk ve hacimsel

büzülme indeksleri toprağın mekaniksel davranışlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan parametrelerdir (Farrar ve Coleman, 1967; Venkata ve ark., 2011; Li ve ark., 2012). Hava alanları ve karayolları gibi alanların yapımı için gerçekleştirilen toprak sınıflandırmalarında ve kullanılacak materyalin seçiminde bu limitlerden yaygın olarak yararlanılmaktadır. Toprakların likit limit (LL) değerleri yaklaşık olarak 10-100, plastik limit (PL) değerleri ise 0-60 arasında değişmektedir. Düşük LL ve PL değerine sahip ve parçacık büyüklüğü geniş dağılım gösteren topraklar, yüksek kütle yoğunluğuna sıkıştırılabilirler ve davranışları karardır (Özdemir, 1998). Toprağın LL ve PL seviyesindeki su içerikleri, farklı amaçlı kullanımlar için yararlı olabilmektedir. Söz konusu limitler uygun bir kıvam ölçeğinde tarla kapasitesi ve solma noktasını gösterebilir ve faydalı suyu ifade edebilirler. Tarımda PL değeri, toprak işleme zamanının belirlenmesinde iyi bir indeks olarak kabul edilmektedir. Pratik olarak toprak işleme; PL değerinin altında, ancak ona yakın nem içeriğinde yapılmalıdır (Marshall ve ark., 1996).

Smith ve ark. (1985), toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere yapmış oldukları bir çalışmada, organik madde içeriği ile LL, PL ve COLE değerleri arasında önemli ilişkiler saptamışlardır. Tajnin ve ark. (2014) toprak pH'sı ve tuzluluk ile kıvam limitleri, boşluk oranı ve sıkışma indeksi gibi parametreler arasında önemli ilişkilerin bulunduğunu ifade etmişlerdir. Gülser ve Candemir (2004) bu doğrultuda yaptıkları çalışmada, topraklara ilave edilen organik atık miktarı arttıkça LL ve PL değerlerinin arttığını izlemişlerdir.

Schafer ve Singer (1976), toprakların şişme ve büzülme değerlerine ilişkin olarak yaptıkları bir çalışma sonucunda; COLE değerinin doğrusal uzamayı verdiğini açıklamışlar, COLE ve yüzde büzülme ( $S_v$ ) değerleri ile toprak organik maddesi arasında önemli ilişkiler bulunduğunu belirtmişlerdir. Sönmez (1981) yapmış olduğu bir çalışmada, toprağa organik madde uygulamasına bağlı olarak COLE değerinde istatistiksel

bakımdan önemli bir azalmanın olduğunu ortaya koymuştur.

Organik düzenleyici uygulamaları, degrade toprak özelliklerinin geliştirilmesinde ve bitkisel üretimde en etkili uygulamalardır (Bhatti ve ark., 2005; Pang ve ark., 2010). Gübreler toprağa karıştırıldığında genellikle fiziksel ve kimyasal özellikler gelişir (Ould Ahmed ve ark., 2010). Araştırma sonuçları organik gübrelerin; toprak özellikleri ve organik materyallerin niteliğine bağlı olarak hacim ağırlığını azalttığı, poroziteyi arttırdığı, hidrolik iletkenliği yükselttiği, şişme büzülme potansiyellerini azaltarak toprağın strüktürel kalitesini iyileştirdiğini ve degradasyonu önlediğini göstermektedir (Hati ve ark., 2007; Fares ve ark., 2008).

Bu çalışma; asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip topraklara verilen çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostunun toprağın bazı mekaniksel özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek üzere yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri, Samsun ili Bafra ilçesine bağlı Tepecik ve Çetinkaya köyleri ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü alanında bulunan Ziraat Fakültesi deneme alanından ve yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır. Çalışmada organik düzenleyici olarak; çöp kompostu (ÇK), tütün işleme atığı (TA) ve çeltik kavuzu kompostu (ÇKK) kullanılmıştır. Tütün işleme atığı, Samsun Ballica Sigara Fabrikası'ndan; çeltik kavuzu kompostu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden; çöp kompostu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemberburgaz Kompost ve Geri Kazanım Tesisi'nden temin edilmiştir.

Araştırmada kullanılan topraklar ve organik düzenleyicilerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere; Tepecik yöresinden alınan toprak örneğinin, asit reaksiyonlu, killi tın bünyeli; Çetinkaya yöresine

**Tablo 1.** Denemede kullanılan toprakların ve organik düzenleyicilerin bazı özellikleri

	Örnek adı	OM, %	pH (1:2.5)	Kum, %	Silt, %	Kil, %
Topraklar	Tepecik	2.40	5.6	26.54	34.06	39.40
	Kampüs	1.13	7.0	34.15	25.63	40.22
	Çetinkaya	1.31	8.3	45.64	39.41	14.95
	Örnek adı	OC, %	OM, %	N, %	C/N	
Düzenleyiciler	Tütün işleme atığı	38.40	66.21	1.97	19.49	
	Çeltik kavuzu kompostu	9.91	17.08	0.88	11.26	
	Çöp kompostu	17.86	30.79	1.55	11.52	

OM: Organik madde, OC: Organik karbon, N: Azot

ait toprak örneğinin, alkalın reaksiyonlu tın bünyeli; kampüs alanı toprağının ise, nötr reaksiyonlu kil bünyeli olduğu anlaşılmaktadır.

Denemede organik materyal olarak kullanılan tütün işleme atığı; kuru ağırlık esasına göre % 38.40 organik karbon (C) (% 66.21 organik madde) ve % 1.97 azot (N) içermekte etmekte olup, C/N oranı 19.49'dur. Çeltik kavuzu kompostu; kuru ağırlık esasına göre % 9.91 organik C (% 17.08 organik madde) ve % 0.88 N içermekte etmekte olup, C/N oranı 11.26'dır. Çöp kompostu; kuru ağırlık esasına göre % 17.86 organik C (% 30.79 organik madde) ve % 1.55 N içermekte, C/N oranı ise 11.52'dir.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine (topraklar ana parsel, düzenleyiciler alt parsel, dozlar alt alt parsel) göre yürütülen bu çalışmada, öncelikle araştırma konusu topraklar hava kuru hale getirildikten sonra 4 mm'lik elekten geçirilerek plastik saksılara konulmuştur. Daha sonra bu saksılara TA, ÇKK ve ÇK, 4 farklı dozda (% 0, 2.5, 5.0, 7.5) 2 tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Düzenleyiciler toprağa karıştırılmadan önce bitki değirmeninde öğütülmüş ve 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bütün saksılara tarla kapasitesine gelinceye kadar damla sulama ile su ilave edilmiş ve 4 haftalık inkübasyon periyodu boyunca saksılardaki yarayıslı nemin % 75'i tükenince tekrar sulama işlemi yapılmıştır. İnkübasyon sürecinden sonra her saksıya 1 adet marul fidesi dikilmiştir. Bitkilerin hasadından sonra toprak örnekleri üzerinde ilgili analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

### 2.2.2. Toprak analizlerinde izlenen yöntemler

Toprak örneklerinde; parçacık büyüklük dağılımı, Bouyoucos yöntemine göre (Demiralay, 1993); organik madde içeriği, Modifiye Walkley-Black yöntemine göre (Kacar, 1994); kireç (CaCO<sub>3</sub>) kapsamı, Scheibler Kalsimetresi ile hacimsel olarak (Kacar, 1994); pH, 1:2.5 toprak-su süspansiyonunda pH metreyle (Rowell, 1996); elektriksel iletkenlik (EC), 1:2.5 toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aletiyle (Bayraklı, 1987); katyon değişim kapasitesi, Bower yöntemi (Kacar, 1994) kullanılarak saptanmıştır.

Toprakların LL değeri, "Casagrande" aleti kullanılarak; PL değeri, nemli toprağın 3 mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965). Toprakların Sv değeri; doyunluktan biraz düşük nem düzeyinde

iken hazırlanan toprak macununun, buharlaştırma kabı içerisinde hava kabarcığı kalmayacak biçimde paketlenmesi, üzeri tıraşlandıktan sonra fırında kurutulması sonucunda ve Eşitlik 1'in kullanılması ile belirlenmiştir (Anonymous, 1974).

$$sv = \frac{v_m - v_b}{v_b} \quad (1)$$

Eşitlikte; Sv, yüzde büzülmeyi; V<sub>m</sub>, yaş briket kalıbının hacmini; V<sub>b</sub>, fırın kuru briket kalıbının hacmini ifade etmektedir.

Toprakların COLE değeri; doyunluktan biraz düşük nem düzeyinde iken balçıklaştırılan topraktan bir şırınga yardımı ile elde edilen 1 cm çapında ve 6-10 cm uzunluğundaki çubukların, 48 saat süre ile atmosfer koşullarında kurutulduktan sonra ölçülen uzunluk değerlerine göre Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Schafer ve Singer, 1976).

$$COLE_{\text{çubuk}} = \frac{L_m - L_d}{L_d} \quad (2)$$

Eşitlikte; COLE<sub>çubuk</sub>, doğrusal uzama katsayısını; L<sub>m</sub>, nemli çubuğun uzunluğunu (cm); L<sub>d</sub>, kuru çubuğun uzunluğunu (cm) ifade etmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır (Yurtsever, 1984).

## 3. Bulgular ve Tartışma

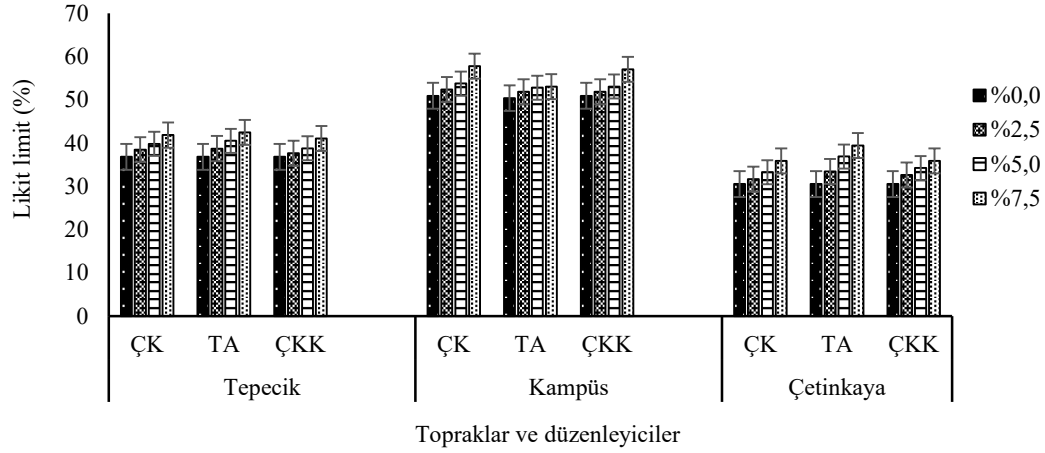
### 3.1. Likit limit (LL)

Asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu toprak örneklerine dört farklı dozda çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak sera koşullarında 160 gün süre ile inkübe edilmesi sonrasında belirlenen LL değerleri Şekil 1'de ve bu verilere ilişkin Duncan testi sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere denet düzeyindeki örneklerde LL değerleri Kampüs (% 50.93)>Tepecik (% 36.81)>Çetinkaya (% 30.53) şeklinde sıralanmakta olup, topraklar arasında farklılık göstermektedir. Bu durum; muhtemelen toprakların pH düzeyleri, toprağı oluşturan parçacıkların yüzey yük yoğunluğu, mineralojik bileşimi, kil kapsamı ve organik madde içeriği gibi farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Head, 1984; Munsuz, 1985; Moradi, 2013).

Duncan testi sonuçlarının değerlendirilmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyici çeşitlerinin deneme sonundaki LL değeri ortalamalarını artırdığı ve

etkinin topraklar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ortaya çıkan artış değeri topraklar arasında % 4.34 ile % 19.91 arasında değişmektedir (Şekil 1). Meydana getirdikleri ortalama artış açısından düzenleyiciler

TA>ÇK>ÇKK şeklinde sıralanmaktadır. Likit limit değerinde meydana gelen artış toprakların pH düzeyleri, atık çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak istatistiksel açıdan farklılık ( $P<0.001$ ) göstermiştir.



Şekil 1. Farklı pH düzeyleri ile atıkların çeşit ve dozlarına bağlı olarak LL değerindeki değişimler

Toprakların likit limit değerleri üzerinde düzenleyici dozlarının etkisi irdelendiğinde, doz artışına paralel olarak söz konusu parametre değerlerinin de arttığı ve artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.001$ ) belirlenmiştir. Uygulama dozlarının etkinlikleri topraklar arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Dozların ortalama etkisi açısından TA asit ve alkalın reaksiyona sahip toprakta daha etkili olurken, ÇK nötr reaksiyona sahip toprakta daha etkili olmuştur. Denete göre LL değerinde en büyük değişim (% 29.2) TA'nın % 7.5 dozunda, alkalın reaksiyona sahip toprakta gerçekleşmiştir.

### 3.2. Plastik limit (PL)

Asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu toprak örneklerine dört farklı dozda çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak sera koşullarında 160 gün süre ile inkübe edilmesi sonrasında belirlenen PL değerleri Şekil 2'de ve bu verilere ilişkin Duncan testi sonuçları da Tablo 2'de gösterilmiştir. Şekil 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere; denet düzeyindeki örneklerde PL değerleri Kampüs (% 38.24)>Tepecik (% 26.6)>Çetinkaya (% 17.6) şeklinde sıralanmakta olup, topraklar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılık muhtemelen PL değeri ile toprağın hâkim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarı arasındaki karşılıklı ilişkiden (Demiralay ve Güresinli, 1979) kaynaklanmaktadır.

Duncan testi sonuçlarının incelenmesinden anlaşılacağı üzere kullanılan düzenleyici çeşitlerinin deneme sonundaki PL değeri ortalamalarını artırdığı ve etkinin topraklar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ortaya çıkan artış değeri topraklar arasında % 9.63 ile % 45.51 arasında değişmektedir (Şekil 2). Meydana getirdikleri ortalama artış açısından düzenleyiciler ÇK>ÇKK>TA şeklinde sıralanmaktadır. Plastik limit değerinde meydana gelen artış toprakların pH düzeyleri, atık çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak istatistiksel açıdan farklılık ( $P<0.001$ ) göstermiştir.

PL değeri, macun haline getirilen ince toprak materyali üzerinde laboratuvarında belirlenen bir parametre olup, toprağın tarımsal veya mühendislik amaçlı kullanımındaki bazı özelliklerinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu değer toprağın tarlada en kötü strüktürel durumda işlendiğinde göstereceği olası davranışın bir göstergesini yansıtmaktadır. Teorik olarak toprak işleme, PL değerinin altında fakat yakınındaki nem koşulunda yapılmalıdır. Bu nem aralığı toprağın plastiklik gösterdiği minimum nem içeriği olduğundan toprağın kültüvasyon ile çamurlaşma tehlikesinde olduğu durumu yansıtmaktadır. Buradan PL değerinin toprağın işlenmeye uygun olduğu nem aralığının üst sınırı olarak (Larney ve ark., 1988) kabul edilebileceği anlaşılmaktadır.

Toprakların plastik limit değerleri üzerinde

düzenleyici dozlarının etkisi değerlendirildiğinde, doz artışına paralel olarak söz konusu parametre değerlerinin de arttığı ve artışın istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının etkinlikleri topraklar arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Dozların ortalama etkisi

açısından ÇKK alkalın reaksiyona sahip toprakta daha etkili olurken, ÇK asit ve nötr reaksiyona sahip toprakta daha etkili olmuştur. Denete göre PL değerinde en büyük değişim (% 62.96) TA'nın % 7.5 dozunda, alkalın reaksiyona sahip toprakta gerçekleşmiştir.

**Tablo 2.** Likit limit, plastik limit, COLE-çubuk ve yüzde büzülme değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

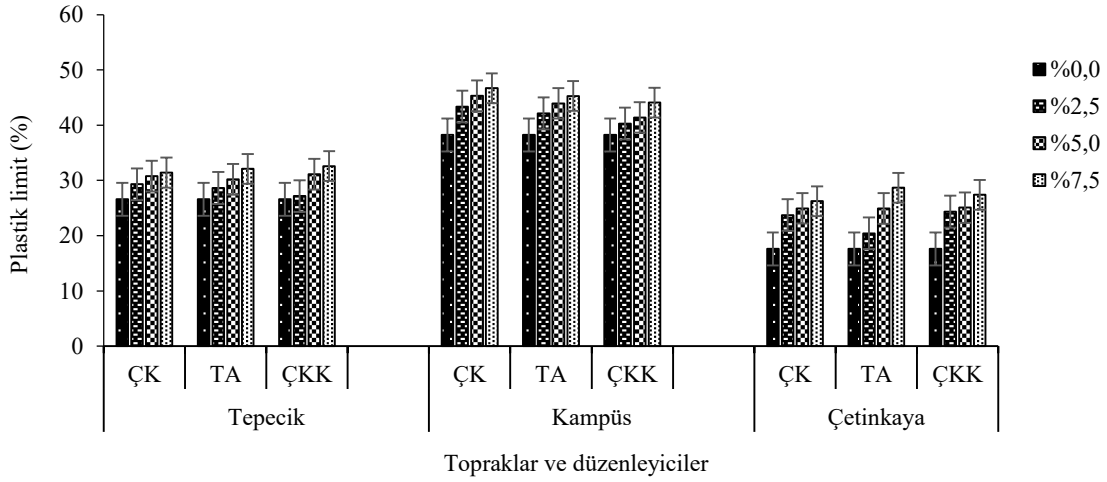
Topraklar	Düzenleyiciler	Uygulama dozu (%)	COLE		Yüzde büzülme		Likit limit		Plastik limit	
			Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS
Tepecik	ÇK	0	0.09 ± 0.020 a		47.57 ± 1.01 c-f		36.8 ± 0.90 ef		26.5 ± 0.14 n-r	
		2.5	0.07 ± 0.020 abc		45.65 ± 0.97 e-h		38.5 ± 0.50 ef		29.6 ± 0.05 j-p	
		5.0	0.06 ± 0.020 a-d		43.77 ± 1.50 f-j		39.8 ± 0.70 d-f		30.8 ± 0.48 i-m	
		7.5	0.03 ± 0.005 c-d		42.56 ± 1.54 g-k		42.0 ± 0.50 d		31.3 ± 0.22 i-l	
	TA	0	0.09 ± 0.020 a		47.57 ± 1.01 c-f		36.8 ± 0.90 ef		26.5 ± 0.14 n-r	
		2.5	0.09 ± 0.010 a		45.06 ± 1.05 e-h		38.7 ± 0.50 d-f		28.5 ± 0.07 j-r	
		5.0	0.06 ± 0.010 a-d		44.04 ± 1.02 f-i		40.5 ± 1.00 d-f		30.0 ± 0.09 i-l	
		7.5	0.04 ± 0.010 c-d		43.58 ± 0.50 f-j		42.4 ± 2.00 c		31.4 ± 0.77 hi	
	ÇKK	0	0.09 ± 0.020 a		47.57 ± 1.01 c-f		36.8 ± 0.90 ef		26.5 ± 0.14 n-r	
		2.5	0.05 ± 0.005 b-d		46.31 ± 1.03 d-g		37.0 ± 0.50 f		27.2 ± 0.01 j-p	
		5.0	0.03 ± 0.005 c-d		45.26 ± 0.95 e-h		39.5 ± 0.50 de		31.1 ± 0.01 j-o	
		7.5	0.02 ± 0.007 d		44.41 ± 2.25 f-i		41.5 ± 0.50 d		32.6 ± 0.01 j-n	
Kampüs	ÇK	0	0.08 ± 0.020 ab		54.81 ± 0.47 a		50.5 ± 1.40 ab		38.2 ± 0.19 g	
		2.5	0.06 ± 0.005 a-d		53.81 ± 0.72 ab		52.0 ± 0.15 ab		43.1 ± 0.21 f	
		5.0	0.02 ± 0.008 d		52.50 ± 1.12 ab		54.5 ± 0.50 ab		45.2 ± 0.14 ef	
		7.5	0.02 ± 0.006 d		51.18 ± 0.26 a-c		57.5 ± 0.50 ab		46.1 ± 0.56 d	
	TA	0	0.08 ± 0.020 ab		54.81 ± 0.47 a		50.5 ± 1.40 ab		38.2 ± 0.19 g	
		2.5	0.06 ± 0.014 a-d		51.67 ± 1.15 a-c		52.0 ± 1.00 b		42.1 ± 0.16 e	
		5.0	0.05 ± 0.007 b-d		50.45 ± 1.32 a-d		53.5 ± 0.50 ab		44.1 ± 0.06 b	
		7.5	0.04 ± 0.008 cd		49.46 ± 3.28 d-e		53.6 ± 0.50 ab		44.8 ± 0.60 a	
	ÇKK	0	0.08 ± 0.020 ab		54.81 ± 0.47 a		50.5 ± 1.40 ab		38.2 ± 0.19 g	
		2.5	0.06 ± 0.011 a-d		53.35 ± 1.84 ab		51.9 ± 2.00 ab		40.3 ± 1.59 h-j	
		5.0	0.05 ± 0.010 b-d		52.01 ± 2.03 a-c		53.5 ± 0.50 ab		41.1 ± 1.89 g	
		7.5	0.04 ± 0.007 cd		51.84 ± 0.17 a-c		57.0 ± 0.90 a		44.0 ± 1.86 c	
Çetinkaya	ÇK	0	0.04 ± 0.005 cd		41.26 ± 1.41 h-n		30.5 ± 0.50 l		17.5 ± 0.13 r	
		2.5	0.03 ± 0.005 cd		40.47 ± 1.14 i-m		31.7 ± 0.50 j-l		23.6 ± 0.06 m-r	
		5.0	0.03 ± 0.003 cd		38.85 ± 2.73 k-n		33.3 ± 0.50 i-k		24.6 ± 0.31 l-r	
		7.5	0.02 ± 0.008 d		37.46 ± 0.49 l-o		35.4 ± 1.50 hi		26.0 ± 0.20 k-r	
	TA	0	0.04 ± 0.005 cd		41.26 ± 1.41 h-l		30.5 ± 0.50 l		17.5 ± 0.13 r	
		2.5	0.03 ± 0.011 cd		40.31 ± 1.52 i-m		33.5 ± 1.00 h-j		19.8 ± 0.67 l-r	
		5.0	0.03 ± 0.008 cd		39.34 ± 0.78 j-n		36.5 ± 0.50 gh		24.9 ± 0.15 h-k	
		7.5	0.02 ± 0.004 d		38.57 ± 0.46 k-o		39.0 ± 0.50 g		28.3 ± 0.40 h	
	ÇKK	0	0.04 ± 0.005 cd		41.26 ± 1.41 h-l		30.5 ± 0.50 l		17.5 ± 0.13 r	
		2.5	0.03 ± 0.004 cd		36.50 ± 1.69 m-o		32.6 ± 0.30 kl		24.4 ± 0.15 h-r	
		5.0	0.03 ± 0.008 cd		35.10 ± 0.54 n-o		34.2 ± 0.50 j-l		24.8 ± 0.36 o-r	
		7.5	0.09 ± 0.020 cd		34.51 ± 0.92 o		35.2 ± 0.60 h-j		26.9 ± 0.39 j-n	
P			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

ÇK: Çöp kompostu, TA: Tütün işleme atığı, ÇKK: Çeltik kavuzu kompostu, Ort.: Ortalama, LL: Likit limit, PL: Plastik limit, SS: Standart sapma

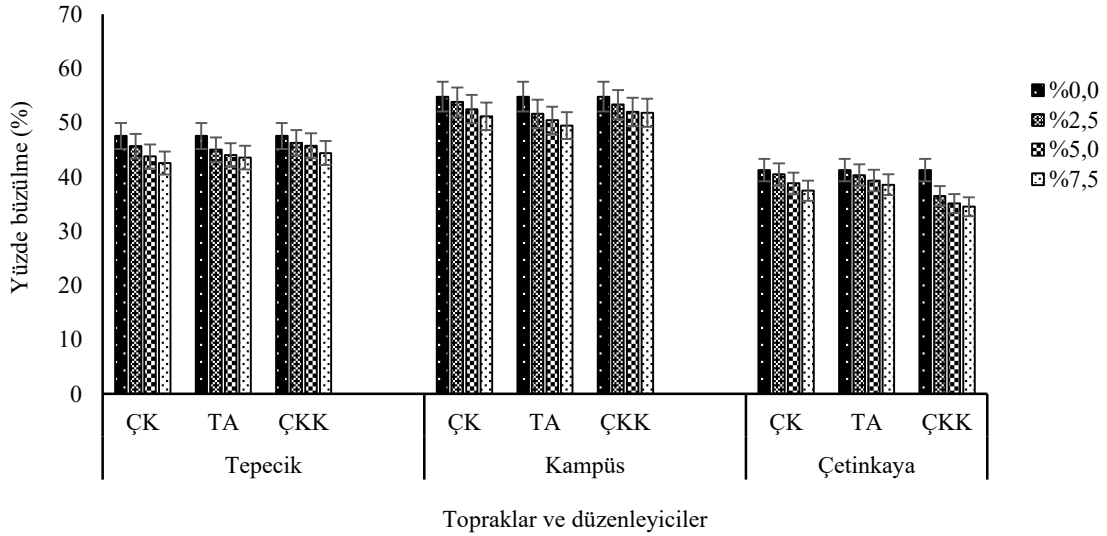
### 3.3. Yüzde büzülme

Asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu toprak örneklerine dört farklı dozda çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak sera koşullarında 160 gün süre ile inkübe edilmesi sonrasında belirlenen yüzde büzülme değerleri Şekil 3'te ve bu verilere ilişkin Duncan testi sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir. Bu verilerin irdelenmesinden

anlaşılabacağı üzere; denet düzeyindeki örneklerde yüzde büzülme değerleri Kampüs (% 54.81) > Tepecik (% 47.57) > Çetinkaya (% 41.26) şeklinde sıralanmakta olup, topraklar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılık toprakların hakim kil minerali çeşidi, kil tipi, başlangıçtaki organik madde içerikleri ile pH'daki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir (Sen ve ark., 2014).



Şekil 2. Farklı pH düzeyleri ile atıkların çeşit ve dozlarına bağlı olarak PL değerindeki değişimler



Şekil 3. Organik düzenleyicilerin toprakların yüzde büzülme değerleri üzerine etkileri

Duncan testi sonuçlarının incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyici çeşitlerinin deneme sonundaki yüzde büzülme değeri ortalamalarını düşürdüğü ve etkinin topraklar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ortaya çıkan değişim değeri topraklar arasında % 4.22 ile % 14.29 arasında değişmektedir (Şekil 3). Meydana getirdikleri ortalama artış açısından düzenleyiciler ÇKK>TA>ÇK şeklinde sıralanmaktadır. Yüzde büzülme değerinde meydana gelen düşüş toprakların pH düzeyleri, atık çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak istatistiksel açıdan farklılık ( $P<0.001$ ) göstermiştir.

Toprakların yüzde büzülme değerleri üzerinde düzenleyici dozlarının etkisi değerlendirildiğinde, doz artışına paralel olarak söz konusu parametre

değerlerinin azaldığı ve değişimin istatistiksel bakımdan önemli olduğu ( $P<0.001$ ) belirlenmiştir (Tablo 2). Uygulama dozlarının etkinlikleri de topraklar arasında değişim göstermektedir. Bu açıdan ÇK asit, TA nötr, ÇKK ise alkaline reaksiyona sahip toprakta daha etkili olmuştur. Denete göre yüzde büzülme değerinde en büyük değişim (% 16.38) ÇKK'nın % 7.5 dozunda, alkaline reaksiyona sahip toprakta gerçekleşmiştir.

Yüzde büzülme değeri ıslanma ve kurumaya bağlı olarak ortaya çıkan şişme büzülme zararı boyutunun değerlendirilmesinde kullanılan bir parametredir. Değerler büyüdükçe olumsuz etkilerde artmaktadır (Sönmez, 1981). Bu açıdan değerlendirildiğinde topraklara sözkonusu düzenleyicilerin karıştırılması yüzde büzülme değerlerini düşürerek kurak dönemde nem

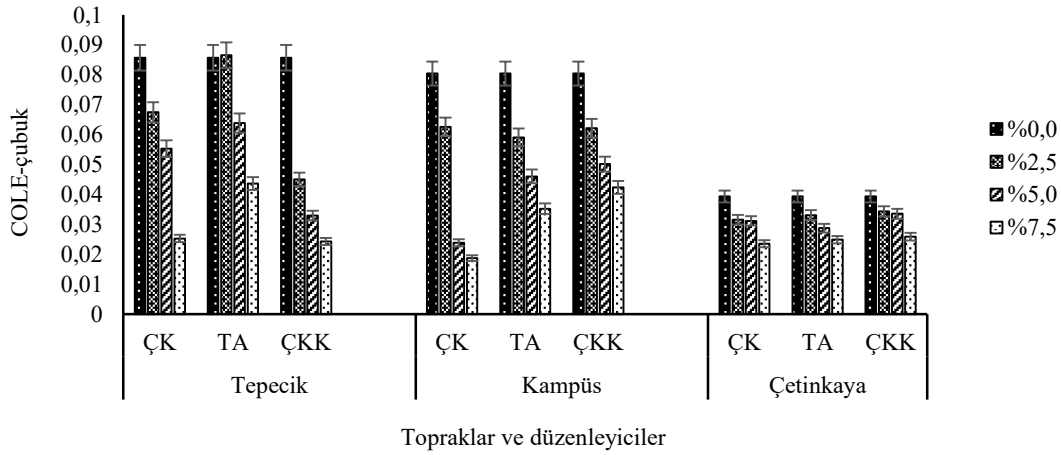
kaybının azalmasına ve sulama koşullarında da sulamanın etkinliğinin artmasına katkı sağlayacağı ifade edilebilir.

### 3.4. COLE-çubuk değerleri

Asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu toprak örneklerine dört farklı dozda çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak sera koşullarında 160 gün süre ile inkübe edilmesi sonrasında belirlenen COLE-çubuk değerleri Şekil 4'te ve bu verilere ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bu verilerin irdelenmesinden anlaşılacağı üzere; denet düzeyindeki örneklerde COLE-çubuk değerleri Tepecik (0.086) > Kampüs (0.080) > Çetinkaya (0.039) şeklinde sıralanmakta olup, topraklar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılık toprakların hakim kil minerali çeşidi, kil tipi, başlangıçtaki organik madde içerikleri ile pH'daki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Sen ve ark., 2014).

Duncan testi sonuçlarının incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyici çeşitlerinin deneme sonundaki COLE-çubuk değeri ortalamalarını düşürdüğü ve etkinin topraklar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ortaya çıkan değişim topraklar arasında % 20.56 ile % 60.27 arasında değişmektedir (Şekil 4). Meydana getirdikleri ortalama düşüş açısından düzenleyiciler ÇK>ÇKK>TA şeklinde sıralanmaktadır. COLE-çubuk değerinde meydana gelen değişim toprakların pH düzeyleri, atık çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak istatistiksel açıdan farklılık ( $P<0.001$ ) göstermiştir.

Toprakların COLE-çubuk değerleri üzerinde düzenleyici dozlarının etkisi değerlendirildiğinde, doz artışına paralel olarak söz konusu parametre değerlerinin azaldığı ve değişimin istatistiksel bakımdan önemli olduğu ( $P<0.001$ ) belirlenmiştir. Uygulama dozlarının etkinlikleri topraklar



Şekil 4. Organik düzenleyicilerin toprakların COLE-çubuk değerleri üzerine etkileri

arasında değişim göstermektedir. Bu açıdan ÇK nötr ve alkalın reaksiyona sahip topraklarda diğerlerine oranla daha etkili olurken, nötr reaksiyona sahip toprakta en etkili düzenleyici ÇKK olmuştur. Denete göre COLE-çubuk değerinde en büyük değişim (% 76.74) ÇK'nın % 7.5 dozunda, nötr reaksiyona sahip toprakta gerçekleşmiştir.

COLE değeri pedolojik amaçlı çalışmalar için bir değerlendirme kriteri olup toprak organik maddesi ile bu değer arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. COLE değeri  $\geq 0.03$  olduğunda toprakta önemli miktarda "smektit grubu" kil minerallerinin bulunduğu ifade edilebilirken, bu değer 0.09'u geçtiğinde ise toprakta önemli bir şişme büzülme etkinliği beklenebilmektedir

(Grossman ve ark., 1968). Yukarıdaki değerlendirmeye göre çalışma konusu toprakların COLE-çubuk değerleri (Şekil 4) esas alındığında, önemli düzeyde bir şişme ve büzülme riskinin bulunduğu ve organik düzenleyicilerin bu riski azaltma açısından önemli etkilerinin olduğu ifade edilebilir.

## 4. Sonuçlar

Bu çalışma neticesinde asit (Tepecik), nötr (Kampüs) ve alkalın (Çetinkaya) reaksiyona sahip topraklara ilave edilen çöp kompostu, tütün atığı ve çeltik kavuzu kompostunun, toprakların şişme büzülme riskini düşürdüğü, toprakların kıvam limitleri ile işleme tavında yakalanma olasılığını iyileştirdiği, etkinin toprağın asit, nötr ve alkalın

olma durumu ile kullanılan materyalin niteliğine ve uygulama dozuna bağlı olarak değiştiği sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bulgular ve sonuçlar benzer reaksiyona sahip topraklar üzerinde yapılacak çalışmalar için kaynak olabilir.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1974. Annual Book of ASTM Standarts. American Society for Testing and Materials. Part 19, 90-92.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 17, Samsun.
- Bhatti, A.U., Khan, Q., Gurmani, A.H., Khan, M.J., 2005. Effect of organic manure and chemical amendments on soil properties and crop yield on a salt affected entisol. *Pedosphere*, 15(1): 46-51.
- Canbolat, M.Y., Öztaş, T., 1997. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden bazı faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 120-129.
- Demiralay, İ., Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1-2): 77-93.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Fares, A., Abbas, F., Ahmad, A., Deenik, J.L., Safeeq, M., 2008. Response of selected soil physical and hydrologic properties to manure amendment rates, levels, and types. *Soil Science*, 173(8): 522-533.
- Farrar, D.M., Coleman, J.D., 1967. The correlation of surface area with other properties of nineteen british clay soils. *European Journal of Soil Science*, 18(1): 118-124.
- Grossman, R.B., Brasher, B.R., Franzmeier, D.P., Walker, J.L., 1968. Linear extensibility as calculated from natural-clod bulk density measurements. *Soil Science Society of America Journal*, 32(4): 570-573.
- Gülser, C., Candemir, F., 2004. Changes in Atterberg limits with different organic waste application. In: *Proceedings of International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development*, Erzurum, pp: (C): 8-15.
- Hati, K.M., Swarup, A., Dwivedi, A.K., Misra, A.K., Bandyopadhyay, K.K., 2007. Changes in soil physical properties and organic carbon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 years of continuous cropping, fertilization and manuring. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119(1-2): 127-134.
- Head, K.H., 1984. Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests. ISBN, 0-7273-1302-9. Biddles Ltd, Guildford, Surrey.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.
- Larney, F.J., Fortune, R.A., Collins, J.F., 1988. Intrinsic soil physical parameters for sugar beet seedbed preparation. *Soil and Tillage Research*, 12(3): 253-267.
- Li, J., Zhang, X., Zou, M., Li, H., 2012. Soil liquid limit and plastic limit treating system based on analytic method. *Procedia Earth and Planetary Science*, 5: 175-179.
- Marshall, T.J., Holmes, J., Rose, C.V., 1996. Soil Physics. Cambridge University Press, ISBN 0-521-45151-5.
- Moradi, S., 2013. Impacts of organic carbon on consistency limits in different soil textures. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(12): 1381-1388.
- Munsuz, N., 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, Ankara.
- Ould Ahmed, B.A., Inoue, M., Moritani, S., 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. *Agricultural Water Management*, 97(1): 165-170.
- Özdemir, N., 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 30, Samsun.
- Pang, H.C., Li, Y.Y., Yang, J.S., Liang, Y.S., 2010. Effect of brackish water irrigation and straw mulching on soil salinity and crop yields under monsoonal climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 97(12): 1971-1977.
- Rowell, D.L., 1996. Soil Science: Methods and Applications. Wesley Longman Ltd, Harlow.
- Salah, E., Turki, A., Noori, S., 2013. Heavy metals concentration in urban soils of Fallujah City, Iraq. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(11): 100-112.
- Schafer, W.M., Singer, M.J., 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Science Society of America Journal*, 40(5): 805-806.
- Sen, P., Mukesh, Dixit, M., Chitra, R., Ratnam, M., 2014. Effect of organic content on the index properties and compaction parameters of soil. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(4): 354-359.
- Smith, C.W., Hadas, J.D., Koyumdjisky, H., 1985. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma*, 35(1): 47-65.
- Sowers, G.F., 1965. Consistency Method of Soil Analysis. Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA, 394-397.
- Sönmez, K., 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2-3): 31-37.
- Tajnin, R., Abdullah, T., Rokonzaman, M.D., 2014. Study on the salinity and pH and its effect on



- geotechnical properties of soil in south-west region of Bangladesh. *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*, 3(2): 138-147.
- Venkata, C., Subramanian, G., Dhinakaran, E., 2011. Effect of bio-enzymatic soil stabilization on unconfined compressive strength and California bearing ratio. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(5): 295-298.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Zentar, R., Abriak, N.E., Dubois, V., 2009. Effects of salts and organic matter on Atterberg limits of dredged marine sediments. *Applied Clay Science*, 42(3-4): 391-397.