



Organik atık ve polimer uygulamalarının toprakta doğrusal uzama katsayısı ve hacimsel büzülme değeri üzerine etkileri

Zerrin Civelek* Nutullah Özdemir

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Atakum- Samsun

Özet

Topraklarda ıslanma kuruma süreçleriyle meydana gelen şişme büzülme olayları toprak çatlaklarına neden olarak bitki köklerinin zarar görmesine ve toprakta su kayıplarına yol açmaktadır. Bu çalışma kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip topraklarda buğday samanı, fındık zürufu, humik asit ve PAM uygulamalarının toprakta COLE çubuk (doğrusal uzama katsayısı) ve hacimsel büzülme değerleri üzerine olan etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Bölünen bölünmüş parseller deneme düzeninde yürütülen bu çalışmada, buğday samanı (%0, 2, 4), fındık zürufu (%0, 2, 4), humik asit (0, 200 ve 1000 ppm) ve PAM (0, 30 ve 90 ppm) topraklara 3 farklı dozda üç tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Beş aylık inkübasyon periyodundan sonra saksılarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Buğday bitkisinin hasadından sonra topraklarda yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda, toprakların COLE-çubuk değerlerinin 0.024-0.140 aralığında; hacimsel büzülme değerlerinin ise 6.86-43.17 aralığında değişim gösterdiği; organik düzenleyici ve polimer uygulamalarının toprakların doğrusal uzama katsayısı ve hacimsel büzülme değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Etkinliğin killi tın tekstüründeki toprakta daha belirgin olduğu, 2. doz uygulamasının diğer dozlara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik atık, humik asit, PAM, COLE-çubuk, hacimsel büzülme.

Effect of organic waste and polymer applications on COLE-rod and volumetric shrinkage of soils

Abstract

Swelling and shrinkage events that occur with wetting and drying processes in soils cause soil cracking, damage to plant roots and water loss in the soil. This study was carried out to determine the effects of wheat straw, hazelnut slag, humic acid and PAM applications on COLE-rod (coefficient of linear extensibility) and volumetric shrinkage parameters in soils with sandy loam and clay loam textures. In this study carried out in a split plots trial design were used with wheat straw (0, 2, 4%), hazelnut slag (0, 2, 4%), humic acid (0, 200 and 1000 ppm) and PAM (0, 30 and 90 ppm) applied to soils with three repetition. After a five month incubation period, wheat plants were grown in pots. Swelling-shrinkage parameters in soils were analyzed after the harvest of the wheat plants. The COLE-rod and volumetric shrinkage values of the soils were determined between 0.024-0.140 and 6.86-43.17, respectively. The results indicate that organic conditioner and polymer applications to soils reduce the values of COLE-rod and volumetric shrinkage. In addition, it was determined that the regulating activity was higher in clay loam textured soil and the second dose application was more effective than the other doses.

Keywords: Organic waste, humic acid, PAM, COLE-rod, volumetric shrinkage.

© 2021 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Topraklar mekaniksel bileşim, kil içeriği, kil tipi, organik madde kapsamı gibi temel özelliklerine bağlı olarak birbirini izleyen ıslanma ve kuruma süreçlerine bağlı olarak genişleme ve büzülme süreçlerine maruz kalırlar. Şişme büzülme süreci içinde profil derinliğinde ortaya çıkan çatlaklar; bitki köklerinin ve genç fidelerin zarar görmesine, toprağın su ve hava dengesinin olumsuz etkilenmesine, nem kaybının artmasına, sulama suyunun etkinliğinin azalmasına ve toprakta strüktürel durumun kötüleşmesine neden olmaktadır (Sönmez ve Öztaş, 1988; Dengiz ve Gürsoy, 2019). Şişme olayı; topraktaki kilin yüzdesine, mineralojik yapısına ve bu minerallerin toprak içerisindeki konum veya yönelimine bağlı olarak değişebilmektedir. Yine,

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (543) 878 9904

E-posta : zrrnCVLK@outlook.com

Geliş Tarihi : 27 Nisan 2021

Kabul Tarihi : 04 Haziran 2021

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.928758

değişebilir katyonların tabiatı, karbonatların miktarı, su içeriği, strüktür, suyun kimyasal niteliği ve kil taneleri arasındaki çimentolayıcı bağlar gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle, hiçbir özellik tek başına tüm toprakların şişme-büzülme durumlarını tam olarak tahmin edebilmek için yeterli değildir. Şişme-büzülme davranışının belirlenebilmesi için fiziksel, kimyasal ve mineralojik toprak özelliklerinin birlikte değerlendirilmesinde yarar vardır (Thomas, 1998). Doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk), toprağın şişme-büzülme kapasitesinin bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir (Grossman ve ark., 1968). Ayrıca toprağın şişme-büzülme potansiyelinin değerlendirilmesinde, hacimsel büzülmeden de yararlanılabilir. Hacimsel büzülme, bir toprağın tarla kapasitesi veya herhangi bir nem değerinin büzülme limitindeki nem değerine azalması durumunda toprak hacminde meydana gelen değişimi ifade etmektedir (AASHTO, 2001). Toprakların şişme ve büzülme potansiyeli üzerinde kil mineralojisi, toprak suyunun kimyası, toprağın strüktürü, toprağın emme gücü, plastisite, kuru birim hacim ağırlığı, başlangıçtaki nem durumu ve nem değişimleri etkili olmaktadır (Nelson ve Miller, 1992).

Toprakta şişme ve büzülme potansiyeli üzerinde etkili olan bileşenlerin etki ya da katkı derecelerinin ortaya konulması uygun bir bitki gelişim ortamının oluşturulması, su kayıplarının azaltılması ve erozyonun kontrolü ile uygun bir arazi yönetiminin seçilmesi açısından oldukça önemlidir. Toprak organik maddesi ve sentetik polimerler bu doğrultuda önemli etki ya da katkılara sahip olabilirler (Yakupoğlu, 2010; Özdemir ve ark., 2017). Organik materyaller toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiler oluşturmaktadır. Toprağın iyi bir strüktürel yapı kazanması, agregatların dayanıklı hale gelmesi, toprağın su tutma ve iletim özelliklerinin düzelmesi, daha iyi havalanması ve iyi bir tav durumunu muhafaza etmesi gibi fiziksel özellikler geniş ölçüde toprağın organik madde içeriği ile yakından ilişkilidir (Ertop, 2002). Ağır yapı topraklarda yumuşak ve geçirgen bir yapının oluşturulması, toprağın işlenebilmesi için uygun bir kıvamın kazandırılması oldukça önemlidir. Bu konuda hümik asit önemli katkılar sağlayabilmektedir. Hümik asit ilavesi toprağın solunum ve su tutma kabiliyetini, tohumun çimlenme oranını artırır. Kil içeriği düşük topraklarda, kurak bölgelerde ve suyu tutmanın mümkün olmadığı kumlu alanlarda bu özellik büyük önem taşımaktadır (Benz ve ark., 1998; Ay, 2015).

Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından bozulmaya uğramış olan topraklarda yapıyı iyileştirmek için üst toprak içerisine organik materyallerin karıştırılması yaygın yol olarak tercih edilmektedir. Ancak toprak ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve söz konusu organik materyallerin topraktaki ayrışma periyodunun uzun olması bu alanda organik kökenli sentetik toprak düzenleyicilerinin alternatif olarak kullanımını gündeme getirmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile yapısal stabiliteyi arttırmada, mekaniksel özellikleri iyileştirilmede pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak ortaya konulmuştur (Bryan, 1992; Sojka ve Lentz, 1994; Imbufe ve ark., 2005).

Bu çalışmada topraklara organik atık ve sentetik düzenleyici uygulamalarının doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) ve hacimsel büzülme değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanından ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisinden alınmıştır. Çalışmada organik düzenleyici olarak buğday samanı ve fındık zürufu, sentetik düzenleyici olarak ise poliakrilamid (PAM) ve hümik asit kullanılmıştır. Kullanılan fındık zürufu Giresun ili Lapa Köyü'nden, buğday samanı Samsun'un Bafra İlçesinden temin edilmiş olup söz konusu organik düzenleyicilere ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği üzere buğday samanı atığının % O.C değeri 53.46, toplam % N içeriği 0.65 ve C/N oranı ise 82.25'tir; fındık zürufu atığının ise % O.C değeri 46.93, toplam % N içeriği 1.86 ve C/N oranı ise 25,23'tür. Uygulanan poliakrilamid (PAM) teknik nitelikli, hümik asit (HA) ise ticari olarak satılan, içerisinde %15 etkin madde içeren materyaldir.

Bölünen bölünmüş parseller deneme düzeninde yürütülen bu çalışmada, buğday samanı ve fındık zürufu bitkisel artıkları öğütüldükten sonra 2mm'lik elekten geçirilerek saksılara konulan toprak örnekleri ile % 0, 2, 4 dozlarını içerecek şekilde homojen bir şekilde karıştırılmıştır. PAM topraklara 0, 30 ve 90 ppm şeklinde, hümik asit ise topraklara 0, 200 ve 1000 ppm şeklinde 3 farklı dozda olmak üzere; suda çözülmüş halde ilk sulamada ilave edilmiştir. Beş aylık inkübasyon periyodundan sonra saksılarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Buğday bitkisi ekimden 3 ay sonra hasat edilerek toprak örneklerinde ilgili analizler yapılmıştır.

Çizelge.1. Organik atıklara ait bazı analiz sonuçları

Organik atıklar	pH (1:10)	EC (1:10) (µmhos/cm)	OC (%)	Toplam N (%)	C/N	Kül (%)	P (ppm)
Buğday samanı	5.69	2848.50	53.46	0.65	82.25	7.84	2055.00
Fındık zürufu	6.16	2058.00	46.93	1.86	25.23	19.09	6291.52

OC: Organik karbon

Toprakların tane büyüklük dağılımları Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee ve Bauder, 1986); toprak reaksiyonu (pH) 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda pH metre ile (Rowell, 1996); elektriksel iletkenlik toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti ile (Bayraklı, 1987); toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak CaCO₃ ile muamele edilen hidroklorik asite bağlı olarak açığa çıkan CO₂ gazı hacminin ölçülmesiyle (Kacar, 1994); organik madde içerikleri organik karbonun oksidasyonu esasına dayanan Walkley-Black yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982) tespit edilmiştir.

Toprakların COLE-çubuk değerleri doymunluk derecesine yakın neme sahip toprak macunundan bir şırınga yardımıyla hazırlanan yaklaşık 1 cm çap ile 6-10 cm uzunluğuna sahip çubukların boyutundaki değişimden hesaplanmıştır. Çubukların önce nemli sonrada havada kurutulduktan (48 saat) sonraki uzunlukları belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla COLE-çubuk değeri hesaplanmıştır (Schafer ve Singer 1976).

$$\text{COLE-çubuk} = (\text{Lm-Ld})/\text{Ld}$$

Burada; Lm: Nemli çubuk uzunluğu (cm), Ld: Kuru çubuk uzunluğu (cm).

Toprakların hacimsel büzülme değeri (VS); toprağın başlangıç nem içeriği, büzülme sınırı nem içeriği ve büzülme oranı değerlerinden yararlanarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (ASTM, 1974).

$$\text{VS} = (\text{W1-SS}) * \text{SR}$$

Burada; W1: Toprak macununun başlangıçtaki yüzde nem içeriği, SS: Büzülme sınırı, SR: Büzülme oranı.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı Duncan çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır (Minitab, 2013).

Bulgular ve Tartışma

Denemede Kullanılan Topraklar ve Organik Atıklar

Sera denemesinde kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisinden (OMÜBUA) alınan toprak örneği orta derecede alkalın reaksiyonlu, kumlu tın bünyeli; Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanından (KTAEBDA) alınan toprak örneği ise hafif alkalın reaksiyonlu, killi tın bünyeli bir yapıya sahiptir. Toprakların pH değerleri 8.5'in altında olup topraklarda alkalılık sorunu bulunmamaktadır (Soil Survey Staff, 1993).

Çizelge.2. Araştırmada kullanılan toprakların bazı özellikleri

Topraklar	Tekstür			Tekstür Sınıfı	pH (1:2,5)	EC, dS/m	CaCO ₃ , %	OM, %
	Kum, %	Silt, %	Kil, %					
OMÜBUA*	59.42	29.88	10.70	SL	7.96	0.418	17.92	1.06
KTAEBDA**	23.86	42.30	33.84	CL	7.59	0.425	7.24	2.09

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisi, **Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanı, CaCO₃: Kireç, OM: Organik madde

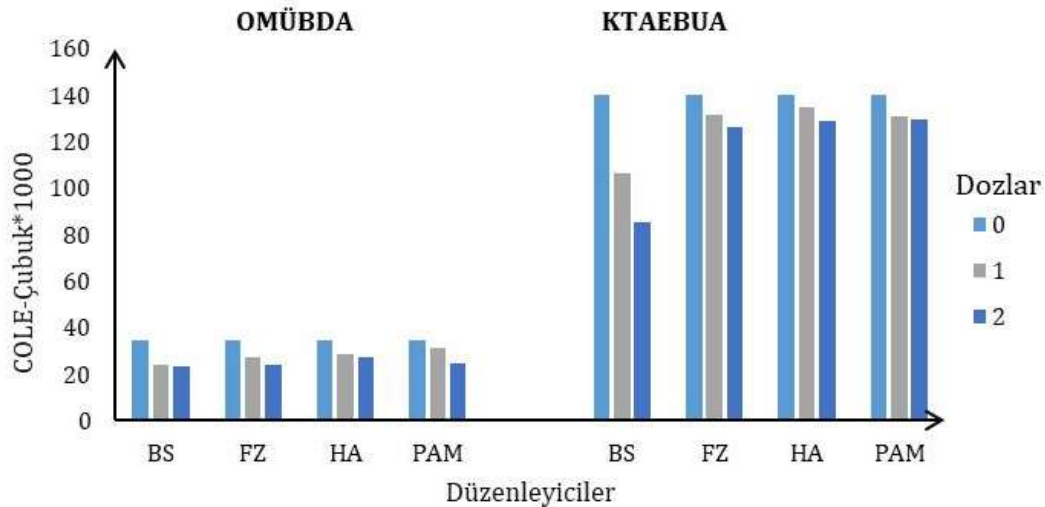
Doğrusal Uzama Katsayısı (COLE-çubuk)

Deneme konusu topraklara farklı düzeylerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp buğday bitkisi yetiştirilmesinden sonra belirlenen COLE-çubuk değerlerine ilişkin değişimler Şekil.1'de gösterilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere, her dört düzenleyici de toprakların doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) değerlerinde belirgin düşüşler sağlamıştır.

Toprakların doğrusal uzama katsayısı değerinde meydana gelen değişimler (düşüşler) yüksek kum ve düşük organik madde içeriğine sahip OMÜBUA grubunda ki topraklarda daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Toprakların COLE-çubuk değerleri ile kireç (-0.943**), pH (-0.558**) ve organik madde (-0.541**) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Smith ve ark. (1985), Crescimano ve ark.

(1995), Zong ve ark. (2014), Klopp (2015), İslam (2016), Özdemir ve ark. (2016) yaptıkları araştırmalarda topraktaki organik madde miktarı ile COLE-çubuk değerleri arasında önemli negatif ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir. Klopp ve ark., (2019) ise yaptıkları çalışmada ESP (değişebilir sodyum yüzdesi) ve EC değerleri ile COLE-çubuk değeri arasındaki ilişkileri irdelemişlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek COLE-çubuk değerinin yüksek ESP ve düşük EC değerinde meydana geldiği ifade edilmiştir. Grossman ve ark., (1968) COLE değerinin ≥ 0.03 olduğunda toprakta önemli miktarda "smektit grubu" kil minerallerinin bulunduğunu; bu değer 0.09'u geçtiğinde ise toprakta önemli bir şişme büzülme etkinliğinin olduğunu ifade etmişlerdir. Yukarıdaki değerlendirmeye göre deneme konusu toprakların COLE-çubuk değerleri dikkate alındığında kil içeriği yüksek olan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanı topraklarında önemli düzeyde bir şişme ve büzülme riskinin bulunduğu, organik atık ve düzenleyicilerin bu riski azaltma açısından önemli etkilerinin olduğu ifade edilebilirken, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisi topraklarında ise önemli bir riskin bulunmadığı söylenebilmektedir.

Deneme topraklarının deneme sonundaki COLE-çubuk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, COLE-çubuk değerindeki değişimde topraklar, düzenleyici çeşitleri ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının etkisi ($p < 0.01$) önemli bulunmuş olup buğday samanının etkinliğinin en fazla olduğu, HA ve PAM düzenleyici etkinliklerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca COLE-çubuk değerinde ki değişimler uygulanan materyallerin doz seviyelerinin artmasıyla artmış olup en fazla düşüş en yüksek doz seviyesinde görülmüştür. Söz konusu değişimlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge.3'te verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği üzere deneme de kullanılan organik ve sentetik düzenleyicilerin COLE-çubuk değeri üzerindeki etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru $BS < FZ < PAM < HA$ şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. Aynı doğrultuda kullanılan düzenleyici dozlarının etkileri dikkate alındığında dozların $2 < 1 < 0$ şeklinde sıralandığı görülmektedir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere, kontrole göre COLE-çubuk değerinde en fazla azalma buğday samanının 2. doz uygulamasında killi tın toprak örneğinde gerçekleşmiştir.



Şekil.1. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal uzama katsayısı değerleri (BS: Buğday samanı; FZ: Fındık zürufu; HA: Hümik asit; PAM: Poliakrilamid)

Çizelge 3. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların COLE değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
COLE-çubuk değerleri	68.94 ^a	80.56 ^b	82.18 ^c	81.74 ^c
Dozlar %	0	1	2	
COLE-çubuk değerleri	87.17 ^a	76.81 ^b	71.09 ^c	

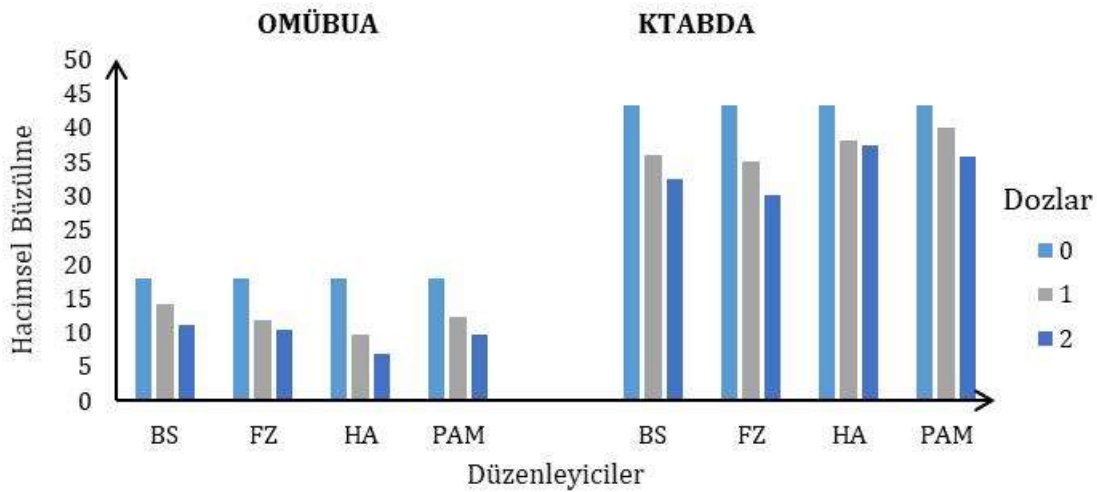
(Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır)

Hacimsel büzülme

Deneme konusu topraklara farklı düzeylerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp yetiştirilen buğday bitkisinin hasat edilmesinden sonra topraklarda belirlenen hacimsel büzülme değerine ait değişimler Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden görüleceği üzere, her dört düzenleyici de toprakların hacimsel büzülme değerlerinde belirgin düşüşler meydana getirmiştir.

Bu düşüşler kil içeriği yüksek, kireç içeriği düşük ve organik madde içeriği yüksek KTAEBDA toprak örneklerinde daha fazla gerçekleşmiştir. Deneme topraklarının hacimsel büzülme değerleri ile kireç (-0.916**), pH (-0.568**) ve organik madde (-0.572**) değerleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Puppala ve ark. (2000) polipropilen elyafın, Yakupoğlu ve Özdemir (2006) biyokatı ve çay atığının, Malongweni ve ark. (2019) karbonatsız pirinç kabuğu, pirinç kabuğu biyokömürü, işlenmemiş şeker kamışı küspesi ve şeker kamışı küspesi biyokömürü tarımsal artıklarının topraklara uygulanmasıyla toprakların hacimsel büzülme (VS) değerlerinin önemli ölçüde düştüğünü bildirmişlerdir.

Deneme topraklarının deneme sonundaki hacimsel büzülme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, hacimsel büzülme değerindeki değişimde topraklar, düzenleyici çeşitleri ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının etkisi ($p < 0.01$) önemli bulunmuş olup fındık zürufunun etkinliğinin en fazla olduğu, PAM düzenleyicisinin etkinliğinin en az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hacimsel büzülme değerindeki değişimler uygulanan materyallerin doz seviyelerinin artmasıyla artmış olup en fazla düşüş en yüksek doz seviyesinde görülmüştür. Söz konusu değişimlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge.4'te verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği üzere denemede kullanılan organik atık ve sentetik düzenleyicilerin toprakların hacimsel büzülme değeri üzerine etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru $FZ < HA < BS < PAM$ şeklinde sıralandıkları kaydedilmiştir. Aynı doğrultuda düzenleyici dozlarının toprakların hacimsel büzülme değerleri üzerine etkileri bakımından $2 < 1 < 0$ şeklinde sıralandıkları görülmüştür. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere kontrole göre hacimsel büzülme değerindeki en fazla azalma fındık zürufunun 2. doz uygulamasında killi tın toprak örneğinde tespit edilmiştir.



Şekil.1. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerleri (BS: Buğday samanı; FZ: Fındık zürufu; HA: Hümik asit; PAM: Poliakrilamid)

Çizelge.4. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Hacimsel büzülme değerleri	25,7450 ^b	24,6867 ^a	25,5022 ^b	26,3922 ^c
Dozlar	0	1	2	
Hacimsel büzülme değerleri	30,4967 ^a	24,5863 ^b	21,6617 ^c	

(Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır)

Sonuç

Organik ve sentetik düzenleyici uygulamalarının iki farklı tekstür sınıfına sahip toprak örneklerinin COLE-çubuk ve hacimsel büzülme ölçütleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada; buğday samanı, fındık zürufu, hümitik asit ve PAM uygulamalarının kumlu tın ve killi tın tekstür sınıfına sahip toprak örneklerinin COLE-çubuk ve hacimsel büzülme değerlerini düşürdükleri belirlenmiştir. Düzenleyicilerin etkinlikleri kendi özellikleri ve toprak özellikleri ile uygulama dozuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Uygulama dozu arttıkça etkinliğin de arttığı görülmüştür.

Denete göre değişimler dikkate alındığında geneli ile düzenleyicilerin killi tın tekstürüne sahip topraklarda daha etkili oldukları bu durumun muhtemelen organik madde ve kil içeriği arasındaki etkileşimden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Uygulamada bu hususların dikkate alınmasında yarar vardır.

Kaynaklar

- AASHTO, 2001. Standard method of test for determining the shrinkage factors of soils. Am. Ass. State Highway and Transport. Officials, T-92-97. Washington, D.C.
- ASTM, 1974. Annual book of ASTM standarts. American Society for Testing and Materials. Part 19: 90-92.
- Ay, F., 2015. Hümitik asit ve hümitik asit kaynaklarının jeolojik ve ekonomik önemi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD), Cilt: 36, 28-51.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 17, Samsun.
- Benz, M., Schink, B., Brune, A., 1998. Humic acid reduction by Propionibacterium freudenreichii and other fermenting bacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 64: 4507-4512.
- Bryan R.B, vd., 1992. The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenyan soil samples. *Soil Technologies*, 5(3): 225-247.
- Crescimano, G., Iovino, M., Provenzano, G., 1995. Influence of salinity and sodicity on soil structural and hydraulic characteristics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59, 1701-1708.
- Dengiz, O., & Gürsoy, F. E., 2019. Farklı Pedolojik Özelliklere Sahip Toprakların, Morfolojik, Mineralojik ve Bazı Mühendislik Özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 1-9.
- Ertop, S. 2002. Organik madde nedir. Topraktaki organik maddenin toprağın organik maddesini arttırma yolları nelerdir. Tez çalışması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Gee, G.W., Bauder, 1986. Particle size analysis. In: A. Clute (Ed) *Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No:9 Am. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- 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.
- Imbufe, A.U., Patt, A.F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W.R. and Milner, A.D., 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125(3-4): 321-330.
- İslam, E., 2016. Fındık zürufu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel.Vakfi Yay., No:3 Ankara.
- Klopp, H.K., 2015. Soil Salinity and Sodicity Impacts on Soil Shrinkage, Water Movement and Retention. North Dakota State University. M.S. Thes., North Dakota State Univ., Fargo
- Klopp, H. W., Arriaga, F. J., Likos, W. J., & Bleam, W. F., 2019. Atterberg limits and shrink/swell capacity of soil as indicators for sodium sensitivity within a gradient of soil exchangeable sodium percentage and salinity. *Geoderma*, 353, 449-458.
- Malongweni, S. O., Kihara, Y., Sato, K., Tokunari, T., Sobuda, T., Mrubata, K., & Masunaga, T., 2019. Impact of agricultural waste on the shrink-swell behavior and cracking dynamics of expansive soils. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(4), 339-349.
- Minitab, Inc. 2013. Minitab 17.1 (Computer Software). State College, PA: Minitab, Inc.
- Nelson J.D, Miller, D.J., 1992. Expansive soils problems and practice in foundation and pavement engineering, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Nelson, D.W., Sommer, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In A.L. Page (ed) *Methods of Soil Analysis. 2nd ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, WI.*
- Özdemir, N., Durmuş, Ö. T. K., Ekberli, İ., & Zorba, İ., 2016. Düzenleyici Uygulamasının Farklı Reaksiyona Sahip Toprakların Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 130-138.
- Özdemir, N., Öztürk, E., & Durmuş, Ö. T. K., 2017. Organik düzenleyici uygulamalarının yapay yağış koşulları altında toprak kaybı üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 114.
- Puppala, A. J., Musenda, C., 2000. "Effects of fiber reinforcement on strength and volume change in expansive soils", *Transportation Res. Rec.*, No.1736, 134-140.
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. Wesley Longman Ltd, Harlow.

- Schafer W .M, Singer M J., 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40: 805-806.
- Smith, C.W., Hadas, A., Dan, J., Koyumdjisky, H., 1985. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma* 35, 47-65.
- Soil Survey Staff., 1993. Soil survey manual. IICA CO 631.4 S6831s 1952.
- Sojka, R.E., Lentz, R.D., 1994. Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234.
- Sönmez, K., Öztaş T. 1988. Iğdır Ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1-4): 145-153s.
- Thomas, P. J., 1998. Quantifying properties and variability of expansive soils in selected map units (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2006. Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *O.M.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, Samsun*, 21(2):173-178.
- Yakupoğlu, T., 2010. Samsun ili minoz ve gölet havzalarında yaygınlık gösteren toprakların su erozyonuna duyarlılıklarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi. *Doktora tezi, OMÜ Fen Bil. Ens., Samsun.*
- Zong Y, Chen D, Lu S, 2014. Impact of biochars on swell-shrinkage behavior, mechanical strength, and surface cracking of clayey soil. *Plant Nutr Soil Sci* 177:920-926.