

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.v7i2id170>

Araştırma Makalesi

Farklı Organik Düzenleyicilerin Toprak Nem Sabiteleri Ve Hidrolik İletkenlik Üzerine Etkisi

Zekeriya KARA^{1*} (Orcid ID: 0000-0001-7855-4968), Kadir SALTALI² (Orcid ID: 0000-0001-5301-1350), Alihan ÇOKKIZGIN³ (Orcid ID: 0000-0001-5066-0531), Ümit GİRGEN⁴ (Orcid ID: 0000-0001-5304-0231), Mustafa ÇÖLKESEN⁵ (Orcid ID: 0000-0002-3283-5550), Cengiz YÜRÜRDURMAZ⁵ (Orcid ID: 0000-0002-3407-0184)

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite-Sanayi Kamu İşbirliği Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Kahramanmaraş

²KSÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

³Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Gaziantep

⁴KSÜ Göksun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kahramanmaraş

⁵KSÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: zekeryakara0261@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.01.2022

Kabul Tarihi: 28.02.2022

Özet

2018 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma alanında yürütülen çalışmada organik düzenleyicilerden leonardit, solucan ve sığır gübresi kullanılmıştır. Organik düzenleyiciler 250 kg da⁻¹, 500 kg da⁻¹, 750 kg da⁻¹ ve 1000 kg da⁻¹ oranında toprağa uygulanmıştır. Çalışmada kumlu killi tın bünyeli toprağa farklı organik düzenleyici uygulanarak toprakların nem sabiteleri ve hidrolik iletkenlik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında deneme parsellerinden leonardit, solucan ve sığır gübresi uygulamaları öncesinde alınan toprak örnekleri 6 aylık inkübasyon sonrası incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, toprakların organik madde (%), tarla kapasitesi (%), hidrolik iletkenlik (cm h⁻¹) ve yararlı su içeriği (%) artan leonardit, solucan ve sığır gübresi uygulamaları ile artış göstermiştir. Ayrıca toprak değişkenleri (tarla kapasitesi, yararlı su, hidrolik iletkenlik ve organik madde) ile gübre uygulamaları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.01). Topraklarda uygulama öncesi ve sonrası elde edilen veriler kıyaslandığında, leonardit, solucan ve sığır gübresi uygulamalarının olumlu yönde etkisi saptanmıştır. Bu sonuçlar, organik düzenleyicilerin içerdiği organik madde miktarı ile ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik düzenleyiciler, nem sabiteleri, hidrolik iletkenlik

The Effect of Different Organic Regulators On Soil Moisture Constants And Hydraulic Conductivity

Abstract

This study was carried out in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Field Crops Department in 2018. In the experiment, organic regulators leonardite, earthworm and cattle manure were used. Organic regulators were applied to the soil in amounts of 250 kg da⁻¹, 500 kg da⁻¹, 750 kg da⁻¹ and 1000 kg da⁻¹. It was aimed to determine the moisture constants and hydraulic conductivity properties of soils by applying different organic regulators to sandy clay loam textured soil. Soil samples taken from the treatment plots before the application of leonardite, vermicompost and cattle manure were incubated for 6 months and then examined. According to the results, the organic matter (%), field capacity (%), hydraulic conductivity (cm h⁻¹) and useful water (%) content of the soils increased with the increased leonardite, vermicompost and animal fertilizer applications. On the other hand, significant differences were found between soil variables (field capacity, useful water, hydraulic conductivity and organic matter) and fertilizer applications (p<0.01). When the data obtained before and after the application in soils were compared, a positive effect of leonardite, vermicompost and cattle manure applications was determined. These results were related to the amount of organic matter contained in organic regulators.

Keywords: Organic regulators, moisture constants, hydraulic conductivity

GİRİŞ

Verimli tarım topraklarının en önemli kalite göstergelerinden biri organik maddedir. Organik madde, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik sağlığı için önemlidir. Toprak organik madde içeriğini korumak veya artırmak için optimum toprak işleme ve organik düzenleyici uygulamaları kritik öneme sahiptir. Organik atık uygulamaları, bitki mahsul üretimini ve üretkenliğini artırmada kilit rol oynamaktadır (Ghosh ve ark., 2012). Bazı araştırmacılar, toprak organik madde artışının toprağın agregasyonunu, toplam gözenekliliğini, hidrolik iletkenliğini, su tutma kapasitesini, su ve rüzgâr erozyonuna karşı direncini iyileştirdiğini, hacim ağırlığını ve sıkıştırma derecesini azalttığını belirtmişlerdir (Çelik ve ark., 2004; Leroy ve ark., 2008). Önceki çalışmalar, toprak düzenleyicilerin toprağın fiziksel, hidro-fiziksel ve hidrolik özellikleri üzerinde olumlu sonuçlar bıraktığını rapor etmişlerdir (Karhu ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2012; Hardie ve ark., 2013; Lei ve Zhang 2013; Arthur ve ark., 2015; Walters ve White, 2018). Yeşil gübre, çiftlik gübresi ve bitki atıkları, hasarlı toprak yapısını iyileştirdiğini bildirmiştir (Singh ve ark., 2007). Solucan gübresi, solucan ve mikroorganizmaların ortak eylemi sonucu, organik atıklardan elde edilmiş organik gübredir. Solucan gübresi, yüksek su tutma kapasitesi, yüksek gözeneklilik ve düşük C/N oranı ile karakterize edilen, besin açısından zengin turbo benzeri bir malzemedir (Dominguez, 2004; Dominguez ve ark., 2010; Ali ve ark., 2015). Leonardit, linyitin atmosferik oksidasyonunun bir ürünüdür. Birçok çalışmada tanımlandığı gibi, leonardit, sıgı derinliklerde oluşmuş hümik asitçe (%25-85) zengin tortuları temsil etmektedir (Akinremi ve ark., 2000;

Turgay ve ark., 2010). Leonardit gübresi, yüksek emme kabiliyeti sayesinde toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini rapor etmişlerdir (Tahir ve ark., 2011). Başka bir araştırmacı, leonardit gübresinin bitki besin elementince (fosfor, demir, bakır, çinko, mangan) zengin olduğunu belirtmiştir (Seyedbagheri ve ark., 2012; Little ve ark., 2014). Hayvan gübresi, hayvanların katı ve sıvı dışkıları sonucu elde edilen materyale denir. Ahır gübresi, toprakların tarla kapasitesini ve alınabilir su içeriğini artırdığını bildirmiştir (Havlin ve ark., 2005). Başka bir araştırmacı, ahır gübresinin vertisol toprakların fiziksel özellikleri üzerinde olumlu sonuçlar bıraktığını rapor etmiştir (Bandyopadhyay ve rak.,2010). Küresel ısınma, artan kuraklık ve toprak organik madde girdilerinin azalması toprakların sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır. Toprak verimliliğinin sürdürülmesine yönelik artan endişeler, araştırmacıları farklı çalışmalara yönlendirmiştir. Bu çalışmada, organik düzenleyici olarak leonardit, solucan ve sıgır gübresi kullanılmış ve farklı organik düzenleyiciler ile uygulama miktarlarının toprak nem sabiteleri ve hidrolik iletkenlik üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Denemede 3 ayrı organik düzenleyici (solucan, leonardit ve sıgır gübresi) kullanılmıştır. Organik düzenleyiciler dört farklı (250 kg da⁻¹, 500 kg da⁻¹, 750 kg da⁻¹ ve 1000 kg da⁻¹) oranda uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan organik düzenleyicilerin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1 Denemede kullanılan organik düzenleyicilerin bazı kimyasal özellikleri

Organik Düzenleyiciler	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%)	Toplam P ₂ O ₅ (%)	EC (dS/m)	pH
Solucan Gübresi	56.1	2.20	0.46	3.6	6.5
Leonardit Gübresi	55.0	1.40	0.17	1.3	6.0
Büyükbaş Gübresi	61.0	0.35	0.10	2.1	7.7

Tarla denemesindeki toprak-solucan, toprak-leonardit ve toprak-sığır gübresi karışımları kurudukça damlama sulama yöntemi ile her seferinde sulanmıştır. Yaklaşık 6 aylık inkübasyondan sonra parseller üzerinde belirlenen analizler (Hidrolik iletkenlik ve Hacim ağırlığı) yapıldı ve geriye kalan diğer analizler içinde örnekler alınarak analize hazır hale getirildi.

Laboratuvar Analizleri

Toprakların toplam kireç içeriği Scheibler kalsimetresi kullanılarak Allison ve Moodie (1965) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Sature hale getirilen topraklar pH metre cihazı ile pH okumaları yapıldı (Thomas, 1996). Nelson ve Sommers (1996) tarafından belirlenen yöntemle göre toprakların organik madde içeriği belirlendi. Toprakların doymun koşullardaki su iletim kabiliyeti Darcy yasasına uyarınca belirlendi (Klute ve Dirksen, 1986). Toprakların hacim ağırlığı silindir yöntemine göre yapıldı. Bu yöntem esas alınarak, tarlanın çok kuru ya da çok ıslak olduğu zamanlarda alınmayıp, toprak nemi tarla ve solma

noktası arasındayken hacmi 100 cm³ olan çelik silindirler ile tespit edildi (Black, 1965). Toprak bünyesi bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).Deneme topraklarının tarla kapasitesi ile daimi solma noktası Klute (1986) yöntemi göre tespit edilmiştir.

İstatistik Analizler

Denemede ölçülen değişkenlerin varyans analizi SPSS istatistik program yardımıyla yapılmıştır. Varyans analiz sonucu göre F değeri önemli bulunan değişkenlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (Yurtseven, 1984).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneme de kullanılan toprakların organik madde içeriği az (Güçdemir, 2006), pH hafif alkalın ve bünyesi kumlu killi tın sınıfındadır. Ayrıca çalışma alan topraklarının tarla kapasitesi %30.2, hacim ağırlığı 1.4 g cm⁻³, yarıyışlı su içeriği %10.19 ve hidrolik iletkenliği ise 0.4 cm h⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2 Deneme topraklarının bazı fiziko-kimyasal analiz sonuçları

pH	Ec	Kireç	OM	Kil	Silt	Kum	HA	TK	SN	YS	Hİ
	dS m ⁻¹	%	%	%	%	%	gcm ⁻³	%	%	%	cm h ⁻¹
7.71	3.2	3.9	1.49	32.5	16	51.5	1.4	30.2	20.01	10.19	0.4

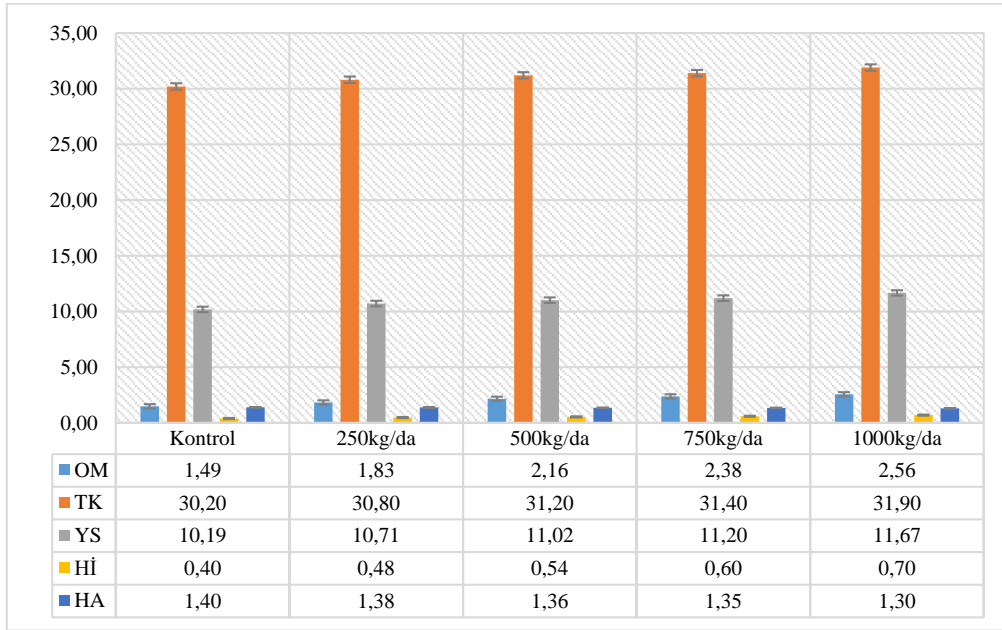
**OM=Organik Madde, HA=Hacim Ağırlığı, TK=Tarla Kapasitesi, SN=Solma Noktası, YS=Yarıyışlı Su, Hİ=Hidrolik İletkenlik

Farklı oranlarda uygulanan sığır gübresinin toprak değişkenleri üzerindeki etkisi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi uygulama miktarı artıkça toprak değişkenlerinden

OM, TK, YS ve Hİ artış gösterir iken HA azalmıştır. OM, TK, YS ve Hİ artışı (p< 0.01) ve HA azalışı (p< 0.05) istatistiksel olarak değişik seviyelerde önemli görülmüştür (Çizelge 3). Toprak

değişkenlerinden OM; %1.49-2.56, TK; %30.2-31.9, YS; %10.19-11.67, Hİ; 0.4-0.7 cm h⁻¹ ve HA;1.4-1.3 g cm⁻³ arasında değişim göstermiştir (Şekil 1). Er ve ark. (2020), ahır gübresinin toprakların tarla kapasitesini ve yarayışlı su içeriğini artırdığını belirlemiştir. Başka bir araştırmacı, sığır gübresinin toprak hacim ağırlığını düşürdüğünü rapor etmiştir (Neğiş ve ark., 2020). Organik madde, toprak agregat oluşumunu ve stabilitesini arttırmaktadır (Haynes ve ark., 1998). Agregat oluşumu toprak

gözenekliliğini artırarak hacim ağırlığını azaltmaktadır. Toprak yapısı, toprağın hidrolik iletkenliğini etkilemektedir. Toprak strüktürü zayıf toprakların hidrolik iletkenliği düşüktür. Uygulamalara bağlı topraklara organik madde girdisi agregat oluşumunu sağlayarak suyun toprak içindeki hareketini artırmıştır. Organik madde, toprak porozitesini artırarak toprak hidrolik iletkenliği arttırmaktadır (Barzegar ve ark., 2002; Yakupoğlu ve Yüce, 2017).



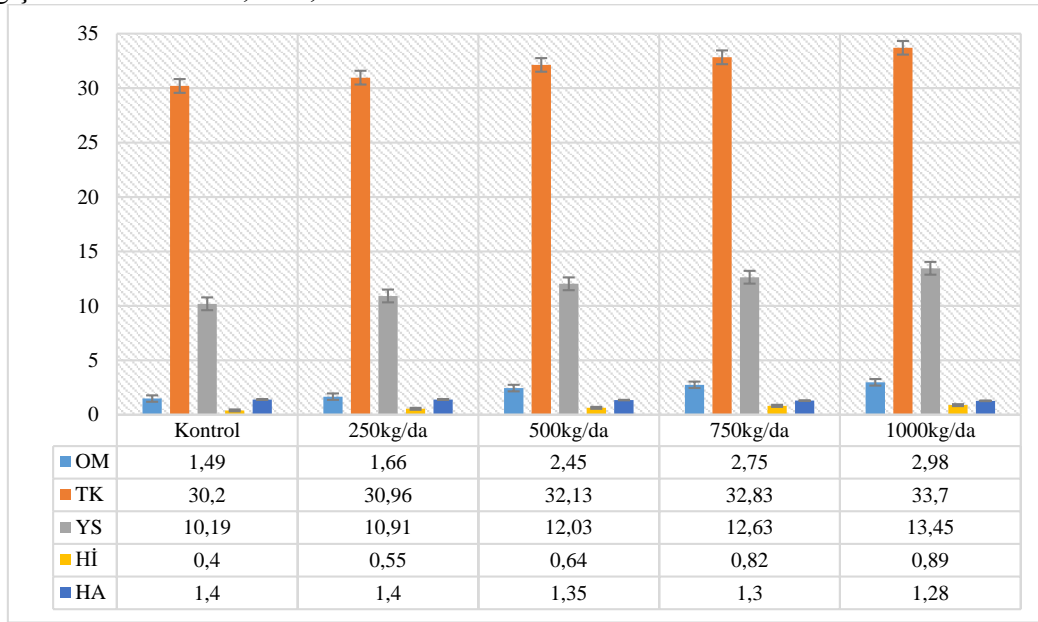
Şekil 1. Sığır gübresinin toprak değişkenleri üzerine etkisi

Leonardit gübresinin toprak değişkenleri üzerinde gerçekleştirdiği farklılık Şekil 2’de verilmiştir. Toprak değişkenlerinden OM, TK, YS, Hİ en düşük değerleri kontrol parsellerinde, en yüksek değerleri dekara 1000 kg leonardit gübresi uygulanan parsellerde elde edildi (Şekil 2). Uygulamaların OM, TK, YS, Hİ üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) görülmüştür (Çizelge 3). Toprak değişkenlerinden HA en yüksek değerini kontrol parsellerinde (1.4 g cm⁻³), en düşük ise leonarditin en yüksek dozunda (1.28 g cm⁻³) elde edilmiştir

(Şekil-2). Uygulamaların HA üzerinde gerçekleştirdiği değişim önemli ($p<0.05$) görülmüştür (Çizelge 3). Organik düzenleyicilerden leonardit gübresinin toprak organik maddesini artırdığını belirtmiştir (Alagöz, 2006). Başka bir araştırmacı, leonarditin toprakların su tutma kapasitesi artırdığını rapor etmiştir (Demir ve ark., 2012). Toprakların nem sabitelerini ile organik madde arasında pozitif ilişkilerin olduğunu bir çok araştırmacı tarafından söylenmiştir (Özdemir ve ark., 2005; Karhu ve ark., 2011; Candemir ve Gülser 2011;

Özdemir ve ark., 2014; Xu ve ark., 2015; Korkanç ve ark., 2017) Toprak değişkenlerinden TK, YS, Hİ ve HA

görülen iyileşme organik girdi ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2. Leonardit gübresinin toprak değişkenleri üzerine etkisi

Çizelge 3. Organik düzenleyicilerden sığır, leonardit ve solucan gübre dozlarının duncan analiz sonucu

Organik Düzenleyiciler	Uygulama	OM	TK	YS	Hİ	HA
Sığır Gübresi	Kontrol	1.49a	30.2a	10.19a	0.4a	1.4a
	250kg/da	1.83b	30.8b	10.71b	0.46b	1.39a
	500kg/da	2.16c	31.2c	11.02c	0.54c	1.36b
	750kg/da	2.38d	31.46d	11.26d	0.6d	1.35b
	1000kg/da	2.54e	31.9e	11.67e	0.68e	1.3c
	P	**	**	**	**	*
Leonardit Gübresi	Kontrol	1.49a	30.2a	10.19a	0.4a	1.4a
	250kg/da	1.66b	30.96b	10.91b	0.55b	1.4a
	500kg/da	2.45c	32.13c	12.03c	0.64c	1.35b
	750kg/da	2.75d	32.83d	12.63d	0.82d	1.3b
	1000kg/da	2.98e	33.7e	13.45e	0.89e	1.28c
	P	**	**	**	**	*
Solucan Gübresi	Kontrol	1.49a	30.2a	10.19a	0.4a	1.4a
	250kg/da	1.82b	31.13b	11.08b	0.54b	1.38a
	500kg/da	2.61c	32.16c	12.06c	0.64c	1.34b
	750kg/da	2.83d	33d	12.84d	0.81d	1.3b
	1000kg/da	3.02e	33.66e	13.45e	0.9a	1.27c
	P	**	**	**	**	*

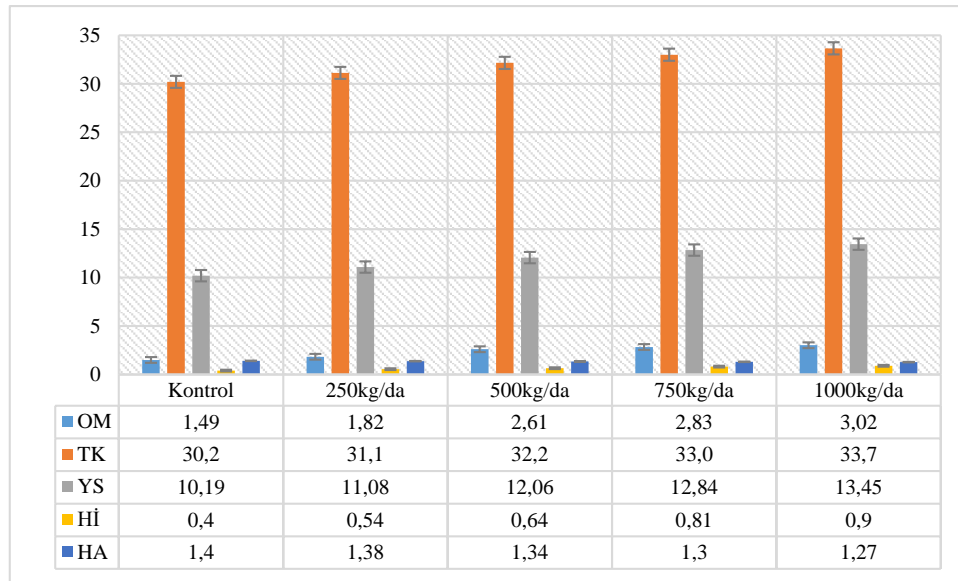
(** önemlilik değeri p<0.01), (* önemlilik değeri p<0.05), OM=Organik Madde, TK=Tarla Kapasitesi, YS=Yarayılı Su, Hİ=Hidrolik İletkenlik, HA=Hacim Ağırlığı

Solucan gübresinin toprak nem sabiteleri, hacim ağırlığı ve hidrolik iletkenlik üzerine etkisi Şekil 3'de

verilmiştir. Uygulama dozlarına bağlı toprak organik madde artmıştır. Toprak organik madde içeriği en düşük kontrol

noktasında (%1.49), en yüksek ise dekara 1000 kg solucan gübresi uygulanan parsellerde (%3.02) elde edilmiştir. Diğer toprak değişkenlerinden TK, Hİ, YS uygulamalara bağlı artış ve HA ise azalış sergilemiştir (Şekil 3). Uygulamalara bağlı toprak değişkenlerinde görülen artış (OM, TK, Hİ, YS) ($p<00.1$) ve azalış (HA) ($p<00.5$) istatistiksel olarak önemli görülmüştür (Çizelge 3). Azarmi

ve ark. (2008), solucan gübresi uygulamalarının toprağın hacim ağırlığını iyileştirdiğini rapor etmiştir. Yapılan birçok çalışmada, organik maddenin toprağın su tutma kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir (Yang et al., 2014; Williams et al., 2016;). Organik maddenin toprak yapısı üzerindeki olumlu etkisi ve hidrofilik doğası gereği toprakta suyun tutulmasını artırmaktadır (Kay, 1997).



Şekil 3. Solucan gübresinin toprak değişkenleri üzerine etkisi

SONUÇ

Çalışmada, kumlu kil tın bünyeli toprağa farklı oranlarda (250 kg da⁻¹, 500 kg da⁻¹, 750 kg da⁻¹, 1000 kg da⁻¹) leonardit, solucan ve sığır gübresi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, leonardit, sığır ve solucan gübresi toprak değişkenlerinden OM, TK, YS ve Hİ artırmıştır. Toprak değişkenlerinden HA ise azaltmıştır. Uygulamaların toprak değişkenleri üzerinde gösterdiği farklılık istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p<0.05$). Organik düzenleyicileri kendi arasında kıyasladığımızda, en fazla OM, TK, YS ve Hİ artışı leonardit gübresi, en düşük artışı ise hayvan gübresi

gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak her üç organik düzenleyici de kumlu killi tın bünyeli toprağın hacim ağırlığını, nem sabitelerini (TK, YS) ve hidrolik iletkenlik özelliklerini iyileştirmiş olsa da leonardit ve solucan gübresinin toprak (kumlu killi tın) sağlığı üzerindeki etkinliği daha yüksek belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KSÜ BAP tarafından Münferit proje (No: 218/2-53) olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akinremi, O.O., Janzen, H.H., Lemke, R.L., Larney, F.J. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. *Can. J. Soil Sci.* 80: 437-443.
- 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.
- Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9: 1379-1400.* Am. Soc. Of Agron, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Ali, U., Sajid, N., Khalid, A., Riaz, L., Rabbani, M.M., Syed, J.H. Malik, R.N. 2015. A review on vermicomposting of organic wastes. *Environ Prog Sustain Energy* 34(4): 1050-1062
- Arthur, E., Tuller, M., Moldrup, P., Jonge, L.W. 2015. Effects of biochar and manure amendments on water vapor sorption in a sandy loam soil. *Geoderma*, 243-244: 175-182.
- Azarmi, R., Giglou, M.T., Taleshmikail, R.D. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology* 7(14): 2397- 2401.
- Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K., Hati, K.M. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil and Tillage Research*, 110(1): 115-125.
- Barzegar, A.R., Yousefi, A., Daryashenas, A. 2002. The Effect of Addition of Different Amounts and Types of Organic Materials on oil Physical Properties and Yield of wheat. *Plant and Soil*, 247: 295-301.
- Black, CA. 1965. *Methods of soil analysis. Part I, American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 1572 p.*
- Candemir, F., Gülser, C. 2011. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42(1): 13-28.
- Celik, I., Ortas, I., Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil Till. Res.* 78: 59–67.
- Demir, M., Noyan, F.O., Oğuz, İ. 2012. Leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitki verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, (2012-1): 445-455.
- Domínguez, J., Aira, M., Gómez Brandón, M. 2010. Vermicomposting: earthworms enhance the work of microbes. In: H. Insam, I. Franke-Whittle and M. Goberna, (Eds.), *Microbes at Work: From Wastes to Resources* (pp. 93-114). Springer, Berlin Heidelberg
- Domínguez, J. 2004. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: Edwards CA (ed) *Earthworm ecology*, 2nd edn. CRC, Boca Raton, pp 401–424
- Er, H., Demir, Y., Meral, R. 2020. Farklı Özellikteki Toprak İyileştiricilerinin Hafif Bünyeli Toprakların Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi, *Uluslararası Biyosistem Müh Derg* 1(2): 55-65
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Edition*, Pearson Educational, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. p. 383-411. n A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monog. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.*

- Ghosh, S., Wilson, B.Ç., Ghoshal, S., Senapati, N., Mandal, B. 2012. Organic amendments influence soil quality and carbon sequestration in the Indo-Gangetic plains of India. *Agric Ecosyst Environ* 156: 134–141
- Güçdemir, İ.H. 2006. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi, güncelleştirilmiş ve genişletilmiş baskı. Toprak Gübre ve Su Kaynakları merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel yayın no:213, Teknik yayın No: T69 Ankara
- Hardie, M., Clothier, B.E., Bound, S., Oliver, G., Close, D. 2013. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability, *Plant Soil*, 376: 347-361
- Haynes, R.J., Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 51: 139-153.
- Karhu, K. Mattila, T. Bergström, I. Regina, K. (2011). Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity: Results from a short-term pilot field study. *Agric. Ecosyst. Environ.* 140:309-313.
- Kay, B.D. 1997. Soil structure and organic carbon: a review. In *Soil Processes and the Carbon Cycle*; Lal, R., Ed.; CRC Press: Boca Raton, 169-197.
- Korkanç, S.Y., Çimen, Ş., Aklan, F., Arabacıoğlu, R., Köprülü, H. 2017. Bazı toprak iyileştiricilerin toprakların hidro-fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri. *Türkiye Ormanlık Dergisi* 18(2): 125-132.
- Klute, A., Dirksen, C. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Methods. *Methods of soil Analysis. Part 1. Physical and ineralogical Methods.* 2nd Edition. Agronomy No:9. 687-734, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. p. 635-662 In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1.* 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. SSSA, Madison, WI
- Lei, O., Zhang, R. 2013. Effects of biochars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties. *J. Soils Sedim.* 13, 1561-1572.
- Leroy, B.L.M., Herath, H.M.S.K., Sleutel, S., De Neve, S., Gabriels, D., Reheul, D., Moens, M. 2008. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. *Soil Use Manage.* 24: 139-147.
- Little, K.R., Rose, M.T., Jackson, W.R. Cavagnaro, T.R. Patti, A.F 2014. Do lignite-derived organic amendments improve early-stage pasture growth and key soil biological and physicochemical properties *Crop Pasture Sci.* 65: 899-910.
- Negiş, H., Şeker, C., Çetin, A. 2020. Toprak sıkışması ve sınırlayıcı su aralığı üzerine farklı organik materyallerin etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 8(2): 118-127
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Part II (2nd edn.)*, Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph No. 9, American Soc. Agronomy, Soil Sci. Soc. America, Madison, WI, USA, pp. 539-579
- Özdemir, N., Gülser, C., Ekberli, İ., Kop, Ö.T. 2014. Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 2(1): 27-32.
- Özdemir, N., Gülser, C., Ekberli, İ., Özkaptan, S. 2005. Toprak Düzenleyicilerinin Asit Toprakta Strüktürel Dayanıklılığa etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2): 151-156.

- Seyedbagheri, M.M., He, Z., Olk, D.C. 2012. Yields of potato and alternative crops impacted by humic product application BT. In Sustainable Potato Production: Global Case Studies; He, Z., Larkin, R., Honeycutt, W., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 131–140. ISBN 978-94-007-4104-1.
- Singh, G., Jalota, S.K., Singh, Y. 2007. Manuring and residue management effects on physical properties of a soil under the ricewheat system in Punjab, India. *Soil & Tillage Res.* 94: 229-238.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, K.M., Kazmi, M.H. 2011. Lignite-Derived Humic Acid Effect on Growth of Wheat Plants in Different Soils. *Pedosphere*, 21: 124-131.
- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Acidity. D.L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3- Chemical Methods*, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 475-490
- Turgay, O.C., Erdogan, E.E., Karaca, A. 2010. Effect of humic deposit (leonardite) on degradation of semi-volatile and heavy hydrocarbons and soil quality in crude-oil-contaminated soil. *Environ. Monit. Assess.* 170: 45-58.
- Walters, R.D., White, J.G. 2018. Biochar in situ decreased bulk density and improved soil-water relations and indicators in Southeastern US Coastal Plain Ultisols. *Soil Sci.* 183: 1-13.
- Williams, A., Hunter, M.C., Kammerer, M., Kane, D.A., Jordan, N.R., Mortensen, D.A., Smith, R.G., Snapp, S., Davis, A.S. 2016. Soil water holding capacity mitigates downside risk and volatility in US rainfed maize: time to invest in soil organic matter *PLoS One*, 11: e0160974.
- Xu, S., Zhang, L., McLaughlin, N.B., Mi, J., Chen, Q., Liu, J. 2015. Effect of synthetic and natural water absorbing soil amendment soil physical properties under potato production in a semi-arid region *Soil Till. Res.*, 148: 31-39.
- Yakupoglu, T., Yüce, G. 2017. Gıyda ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 55-65.
- Yang, F., Zhang, G-L., Yang, J-L. Li, D-C. Zhao, Y-G. Liu, F. Yang, R-M. Yang, F. 2014. Organic matter controls of soil water retention in an alpine grassland and its significance for hydrological processes. *Journal of Hydrology Part D*, 519, 3086-3093.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım ve Köyişleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik Yayın No: 56: 169-181.
- Zhang, A., Bian, R., Pan, G., Cui, L., Hussain, Q., Li, L., Zheng, J., Zhang, X., Han, X., Yu, X. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: A field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Res*, 127: 153-160.