

Leonardit ve Tavuk Gübresi Uygulanan Bir Tarlada Bazı Toprak Sıkışma Göstergelerinin Değişimi

Zekeriya KARA^{1*}, Alihan ÇOKKIZGIN², Cengiz YURURDURMAZ³, Ümit GİRGEL⁴

Tuğrul YAKUPOĞLU⁵

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

²Gaziantep Üniversitesi, Nurdağı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Nurdağı, Gaziantep

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bölümü, Kahramanmaraş

⁴Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kahramanmaraş

⁵Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Yozgat

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): zekeryakara0261@gmail.com

Özet

Toprak sıkışması, tarımsal verimliliği sınırlayan en ciddi arazi bozulmalarından birisidir. Sıkışma üzerine toprağın nem ve organik madde içeriği, kil mineralojisi ve tekstür gibi toprak özellikleri ile tarla trafiği tarafından belirlenen dış faktörler etki eder. Bu çalışmada, leonardit ve tavuk gübresinin farklı dozları kullanılarak toprağın organik madde içeriği (OM), hacim ağırlığı (HA), penetrasyon direnci (PD) ve kesme direnci (KD) özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Çalışma tarla koşullarında ve tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüş ve yaklaşık 8 ay sürmüştür. Deneme sonunda her parselden örnekler alınmış ve gerekli analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tavuk gübresi uygulanan parsellerin OM, HA, PD ve KD değerleri sırasıyla %1.94-2.55, 1.38-1.33 g/cm³, 1.45-1.00 MPa ve 50.22-42.88 kPa arasında değişmiştir. Leonardit uygulanan parsellerin OM, HA, PD ve KD değerleri ise sırasıyla %1.84-2.37, 1.39-1.35 g/cm³, 1.52-1.17 MPa ve 51.18-41.01 kPa aralıklarında değişim göstermiştir. Sonuç olarak hem leonardit hem de tavuk gübresi OM'yi kontrole göre artırırken HA, PD ve KD parametrelerini azaltmıştır. Toprak değişkenlerindeki bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P ≤ 0.05). Organik düzenleyiciler arasında karşılaştırma yapıldığında, genel olarak tavuk gübresinin toprak değişkenleri üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, tavuk gübresinin organik madde içeriğinin leonardite göre daha yüksek olmasına bağlanmıştır.

Changes in Some Soil Compaction Indicators in A Field Treated with Leonardite and Chicken Manure

Abstract

Soil compaction is one of the most serious land degradation limiting agricultural productivity. Compaction is influenced by soil properties such as soil moisture, organic matter content, clay mineralogy and texture, and external factors determined by field traffic. In this study, the changes in soil organic matter content (SOM), bulk density (BD), penetration resistance (PR) and shear strength (SS) properties were investigated using different doses of leonardite and chicken manure. The study was conducted under field conditions and according to the randomized plots experimental design and lasted for about 8 months. At the end of the experiment, samples were taken from each plot and necessary analyses were performed. According to the results obtained, SOM, BD, PR and SS values of chicken manure treated plots varied between 1.94-2.55%, 1.38-1.33 g/cm³, 1.45-1.00 MPa and 50.22-42.88 kPa, respectively. SOM, BD, PR and SS values of leonardite treated plots varied between 1.84-2.37%, 1.39-1.35 g/cm³, 1.52-1.17 MPa and 51.18-41.01 kPa, respectively. As a result, both leonardite and chicken manure increased SOM and decreased BD, PR and SS parameters compared to the control. These changes in soil variables were statistically significant (P ≤ 0.05). When a comparison was made between organic amendments, it was observed that in general chicken manure had a more positive effect on soil variables. This was attributed to the higher organic matter content of chicken manure compared to leonardite.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :20.11.2023

Kabul Tarihi :28.12.2023

Anahtar Kelimeler

Hacim ağırlığı
kesme direnci
penetrasyon direnci
sürdürülebilir tarım
tavuk gübresi

Research Article

Article History

Received :20.11.2023

Accepted :28.12.2023

Keywords

Bulk density
shear strength
penetration resistance
sustainable agriculture
chicken manure

1. Giriş

Toprak sıkışması, kök sistemini etkileyerek bitkilerin gelişimini engelleyen en önemli toprak sorunlarından bir tanesidir (Ishaq ve ark., 2001; Bai ve ark., 2018; Bünemann ve ark., 2018). Toprak sıkışması, toprağın gözenekliliğini olumsuz etkileyerek, agregat stabilitesini, hidrolik iletkenliği ve besin element alınabilirliğini düşürmekte, tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir. Bunun sonucunda toprağın yapısı değişmekte ve bu fiziksel bozulma hali tarımsal sürdürülebilirliği tehlikeye sokmaktadır (Mueller ve ark., 2010). Günümüzün modern tarım uygulamaları toprak sıkışmasını artırmıştır (Sun ve ark., 2016). Yoğun tarımsal uygulamalarda büyük ve ağır mekanik yüklerin kullanılması, ürün rotasyonunun azlığı ve sulama yöntemlerinin yanlış seçimi toprak sıkışmasına neden olmaktadır. Bu faktörlere ek olarak yüksek nem içeriğinde yapılan arazi sürümleri ve toprakların düşük organik madde içeriği eklendiğinde durumu daha da sıkıntılı hale getirmektedir (Martinez ve Zinck, 2004). Toprakta organik madde artışı, deformasyona karşı direnci artırarak ve/veya esnekliği artırarak toprak sıkışabilirliğini en aza indirir (Aydemir ve Kara, 2023). Topraklara organik kökenli materyallerin uygulanması, toprak sıkışmasına karşı duyarlılığı azaltmaktadır (Adeli ve ark., 2020).

Organik madde, verimli toprakların temelini oluşturur. Topraklarda yeterli miktarda organik maddenin bulunması, toprak yapısını stabilize eder ve toprağı bozulmalara karşı daha dayanıklı hale getirir (Thomas ve ark., 1996). Organik maddenin kendisi düşük hacim ağırlığına ve yüksek gözenekliliğe sahip olduğundan dolayı (Martin ve Stephens, 2001), bitki artıkları veya organik gübre yoluyla toprağı organik madde ilavesi toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirebilir (Çelik ve ark., 2004).

Tarım arazilerinde toprağın sıkışmasını, verimin düşüklüğünü, erozyonu ve çölleşmeyi önlemek için çeşitli organik gübrelerin ve organik düzenleyicilerin kullanılması önemlidir. Bu çalışmada, kumlu killi tın bünyeli bir toprağı organik düzenleyici olarak farklı organik kökenli materyaller farklı dozlarda uygulanarak, toprağın sıkışma göstergelerini değerlendirmede kullanılan hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesme direncinin uygulamalara bağlı değişimi incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1.Çalışma alanı ve genel toprak özellikleri

Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarla Bitkileri Araştırma Sahasında yürütülmüştür. Tarla denemesi 12 Ekim 2020'de başlamış ve 01 Temmuz 2021'de sona ermiştir. Denemede organik kökenli düzenleyici olarak tavuk gübresi ve leonardit kullanılmıştır. Bu materyaller kontrol dahil 5 farklı dozda (0, 100, 200, 400 ve 600 kg/da) ve üç tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre toprağı uygulanmıştır. Organik düzenleyiciler 10 m² büyüklüğündeki (5m x 2m) parsellerin yüzeyine homojen bir şekilde uygulanmış ve tırmıkla işlenerek 10 cm derinliğe karıştırılmıştır. Organik materyal uygulamasından yaklaşık 8 ay sonra toprakta penetrasyon direnci ve kesme direnci ölçümleri yapılmış, sonrasında hacim ağırlığı tespiti için bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Organik madde içeriğinin belirlenmesi için ayrıca bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Deneme süresince tarlada bitki yetiştirilmemiş ve herhangi bir kültürel işlem uygulanmamıştır.

Denemenin kurulduğu tarlanın lokasyon haritası Şekil 1'de verilmiştir (37. Zon, X: 306999, Y: 4162991).



Şekil 1. Deneme alanının lokasyon haritası ve Google Earth görüntüsü (Google Earth©2023)

2.2. Materyal özellikleri

Denemenin kurulduğu tarlanın genel toprak özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre denemenin toprak pH ‘sı hafif alkalin (Sağlam, 2008), organik madde içeriği az (Güçdemir, 2006), toplam kireç içeriği bakımından orta kireçli (Eyüpoğlu, 1999), alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum ise yeterli sınıfta (FAO, 1990) yer almıştır (Tablo 1). Ayrıca deneme toprağının tekstür sınıfı kumlu killi tın olarak belirlenmiştir.

Denemede kullanılan leonardit ve tavuk gübresinin bazı kimyasal özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Adı geçen tabloya göre, tavuk gübresinin organik madde içeriği % 62.4 iken leonarditin organik madde içeriği % 55’dir. Tavuk gübresi azot bakımından leonarditten yaklaşık beş kat daha zengindir. Leonardit tavuk gübresine göre kalsiyum bakımından zenginken ölçülen diğer makro ve mikro besin elementleri bakımından tavuk gübresinin içeriği daha zengindir (Tablo 2).

Tablo 1. Çalışmanın yürütüldüğü alanın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Değişkenler	Birim	Deneme Toprağı	Analiz Metodu
Kum	%	51	Bouyoucus, (1952)
Kil	%	27	Bouyoucus, (1952)
Silt	%	22	Bouyoucus, (1952)
TK	%	28.6	Klute, (1986)
SN	%	17.2	Klute, (1986)
pH		7.4	Thomas, (1996)
OM	%	1.8	Nelson ve Sommers, (1996)
Tuz	%	0.05	Thomas, (1996)
Kireç	%	8.37	Allison ve Moodie (1965)
P	ppm	11.4	Olsen ark., (1954)
K	ppm	220	Helmke ve Sparks (1996)

*OM: Organik madde, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, P: Fosfor, K: Potasyum

Tablo 2. Organik düzenleyicilerin bazı kimyasal özellikleri

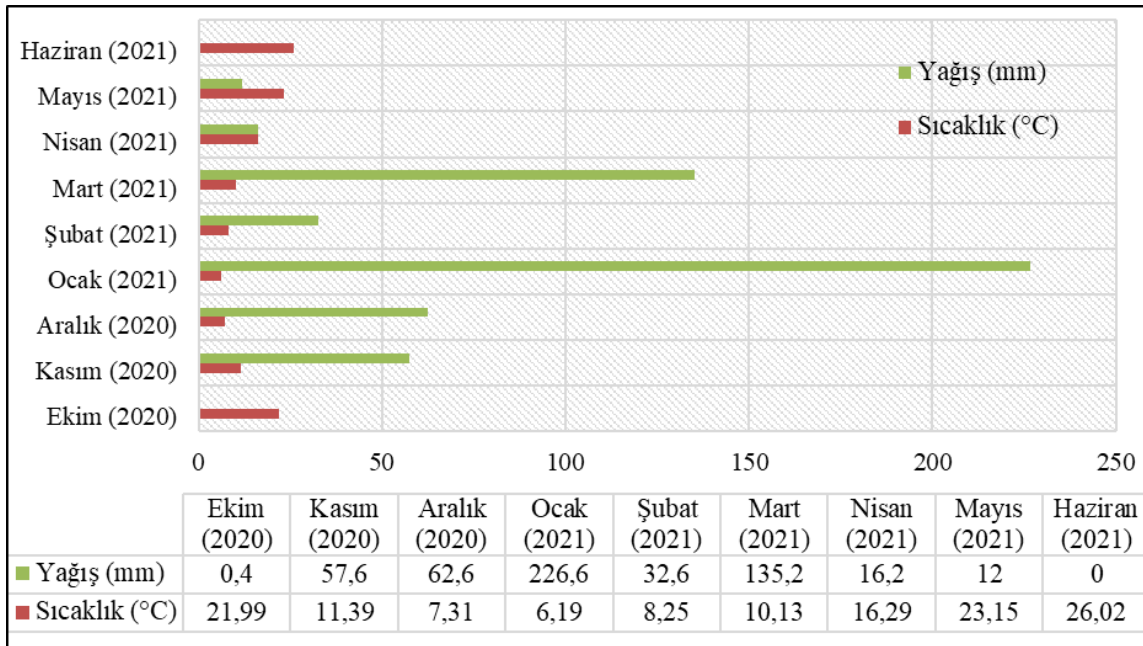
Değişkenler	Tavuk Gübresi (Kara ve ark., 2024)	Leonardit (Kara ve Yakupoğlu, 2023)	Analiz Metodu
OM (%)	62.4	55.0	Kacar, (1994)
C (%)	36.19	31.9	Kacar, (1994)
N (%)	2.81	0.54	Bremner ve ark., (1982)
K (ppm)	12280	4170	Hossner, (1996)
P (ppm)	2669	1781	Hossner, (1996)
Ca (ppm)	5425	92100	Hossner, (1996)
Mg (ppm)	2173	2087	Hossner, (1996)
Cu (ppm)	19.18	0.9	Hossner, (1996)
Zn (ppm)	142.9	28.26	Hossner, (1996)
Mn (ppm)	198	25.88	Hossner, (1996)

*OM: Organik madde, C: Organik karbon, N: Azot, K: Potasyum, P: Fosfor, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Cu: Bakır, Zn: Çinko, Mn: Mangan

2.3. İklim özelliği

Kahramanmaraş merkez Akdeniz bölgesinin iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Denemenin kurulduğu Kahramanmaraş merkez için aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değişimi Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’ye baktığımızda deneme boyunca toplam 543.2 mm yağış toprakla

buluşmuştur. Aylık toplam en fazla yağış ocak ayında (226,6 mm) görülür iken en düşük sıcaklık ocak ayın (6,19 °C) görülmüştür. Toprak ve organik düzenleyiciler inkübasyon halindeyken yağışın yağmadı tek haziran ayı olmuştur. Ayrıca en yüksek aylık ortalama sıcaklık ayda haziran ayı olarak görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Denemenin kurulduğu bölgeye ait aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

2.4. Analiz ve ölçümler

Toprakların organik madde içeriği (OM) yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1996). Toprakların hacim ağırlığı bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak çelik silindir yöntemine göre

belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986). Penetrasyon direnci el penetrometresi ile (Herrick ve Jones, 2002) ve Kesme direnci ise kesme direnci valfi ile belirlenmiştir (Blanco-Canqui ve ark., 2006). JMP paket program yardımı ile verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır. Uygulamalar üzerinden değişken

ortalamalarının birbirleri ile karşılaştırması Tukey testi ile yapılmıştır (JMP, 2007).

3.Bulgular ve Tartışma

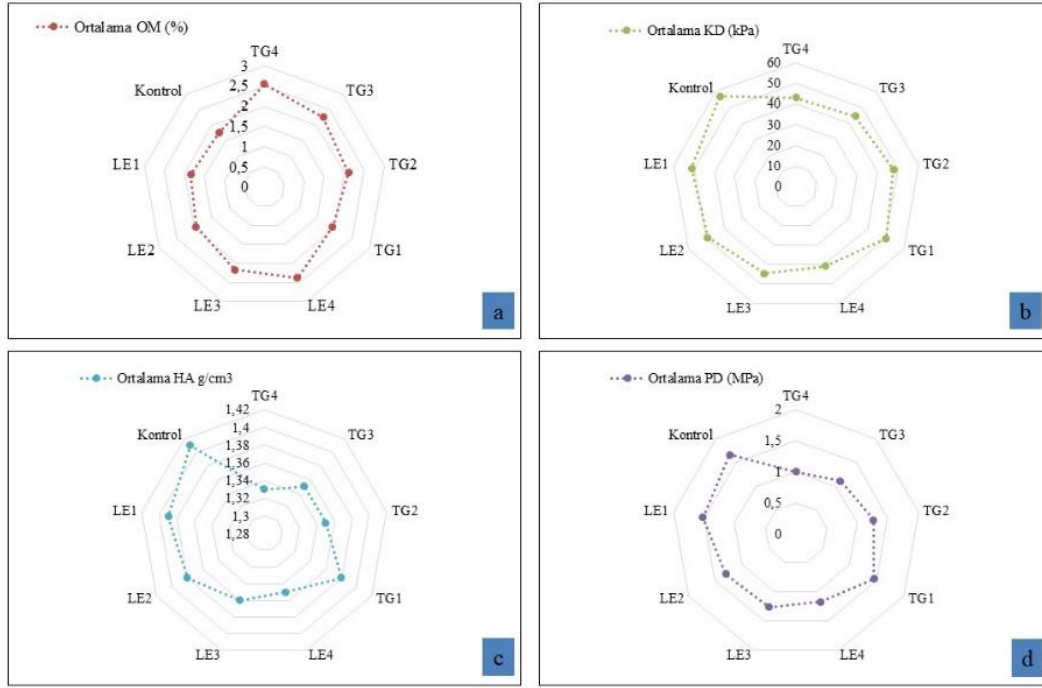
Uygulamalara bağlı olarak parsellerdeki organik madde (OM), kesme direnci (KD), penetrasyon direnci (PD) ve hacim ağırlığı (HA) değişkenlerinin değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Tablo 3 ve Şekil 3, bu değişkenlerin uygulamalara bağlı değişimini göstermektedir. Tablo 3'e göre en düşük OM içeriği kontrol parsellerinde (%1.75) tespit edilmiştir. Tavuk gübresinin uygulandığı parsellerde organik madde içeriği %1.94-2.55 arasında değişim gösterir iken leonardit uygulanan parsellerde ise organik madde içeriği %1.84-2.37 arasında değişmiştir. En yüksek OM (%2.55) dekara 600 kg tavuk gübresi uygulanan parsellerde tespit edilmiştir (Tablo 3; Şekil 3a). Organik düzenleyiciler ile ilgili yürütülen çalışmalarda, organik gübrelerin ve/veya atıkların toprak organik madde içeriğini artırdığını belirtmişlerdir (Abdelhamid ve ark., 2004; Casado-Vela ve ark., 2007; Hu ve ark., 2009; Jagadamma ve ark., 2019; Aydemir ve Kara, 2023). Tablo 3'e göre en yüksek KD kontrol parsellerinde (56.96 kPa) elde edilirken bu değişkenin en düşük değeri dekara 600 kg leonardit gübresi (LE4) uygulanan parsellerde sağlanmıştır. Organik atıkların konu olduğu bir çalışmada, organik atıkların toprakların kesme direncini önemli oranda azalttığı belirtilmiştir (Kara ve Aydemir, 2023). Şekil 3b'e baktığımızda KD değişkeninin uygulamalara bağlı değişimi net olarak görülmektedir.

Tablo 3 PD değişkeni için incelendiğinde en yüksek PD değerinin kontrol parselinde ölçüldüğü anlaşılmaktadır (1.66 MPa). Leonardit ve tavuk gübre uygulamalarına bağlı penetrasyon direnci kontrole göre düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 3d). En düşük PD (1MPa) ise dekara 600 kg uygulanan tavuk gübresinden (TG4) elde edilmiştir (Şekil 3d; Tablo 3). Topraklarda penetrasyon direncinin yüksek olması bitkilerin gelişimini engelleyerek verimin düşmesine neden olabilmektedir. Özellikle PD >2 MPa olduğunda bitki kök büyümesini ve gelişimini ciddi şekilde kısıtladığı ileri sürülmüştür (Lima ve ark., 2012; Ferreira ve ark., 2017). Toprak sıkışması ile ilgili olarak yürütülen bir çalışmanın sonucunda, araştırmacılar, mısır tarlalarına her yıl uygulanan büyükbaş hayvan gübresinin toprak sıkışma riskini azalttığını bildirmişlerdir (Blanco-Canqui ve ark., 2015). Yapılan çalışmalarda toprak organik madde ile PD arasında ters bir ilişkiden bahsedilmiştir (Adeli ve ark., 2020; Kakabouki ve ark., 2021). Tablo 3'e göre en yüksek HA kontrol parseli (1.41 g/cm³), en düşük HA ise dekara 600 kg tavuk gübresi (TG4) uygulanan parsel için (1.33 g/cm³) belirlenmiştir. Ayrıca Şekil 3c'te kontrol noktasının HA değeri uygulamalara bağlı azalımı görsel olarak daha net görülmektedir. Topraklara uygulanan organik girdilerin toprak hacim ağırlığını azalttığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Villamil ve ark., 2006; Meliek ve ark., 2010; Blanco-Canqui ve ark., 2011; Chakraborty ve ark., 2019; Kara ve ark., 2022)

Tablo 3. Uygulamaların OM değerleri için karşılaştırılmasını gösteren Tukey testi sonuçları

OM		KD		PD		HA	
Uygulama	Ortalama (%)	Uygulama	Ortalama (kPa)	Uygulama	Ortalama (MPa)	Uygulama	Ortalama (g cm ⁻³)
TG4	2,55 ^a	Kontrol	56,96 ^a	Kontrol	1,66 ^a	Kontrol	1,41 ^a
LE4	2,37 ^b	LE1	51,18 ^b	LE1	1,52 ^b	LE1	1,39 ^{ab}
TG3	2,26 ^{bc}	TG1	50,22 ^b	TG1	1,45 ^b	LE2	1,38 ^{abc}
LE3	2,16 ^{cd}	LE2	49,22 ^{bc}	LE2	1,30 ^c	TG1	1,38 ^{abc}
TG2	2,11 ^d	TG2	47,76 ^c	TG2	1,27 ^c	LE3	1,36 ^{bcd}
LE2	1,95 ^e	LE3	44,69 ^d	LE3	1,26 ^{cd}	LE4	1,35 ^{cd}
TG1	1,94 ^e	TG3	44,53 ^d	LE4	1,17 ^{de}	TG2	1,35 ^{cd}
LE1	1,84 ^{ef}	TG4	42,88 ^{de}	TG3	1,11 ^e	TG3	1,35 ^{cd}
Kontrol	1,75 ^f	LE4	41,01 ^e	TG4	1,00 ^f	TG4	1,33 ^d

**LE1: 100 kg da⁻¹ leonardit, LE2: 200 kg da⁻¹ leonardit, LE3: 400 kg da⁻¹ leonardit, LE4: 600 kg da⁻¹ leonardit, TG1: 100 kg da⁻¹ tavuk gübresi, TG2: 200 kg da⁻¹ tavuk gübresi, TG3: 400 kg da⁻¹ tavuk gübresi, TG4: 600 kg da⁻¹ tavuk gübresi



Şekil 3. Organik gübre uygulamalarının (TG4, TG3, TG2, TG1, LE4, LE3, LE2 ve LE1) kontrol noktasına göre toprak değişkenleri üzerinde gösterdiği değişim

4.Sonuçlar

Toprak düzenleyici olarak leonardit ve tavuk gübresi uygulamaları uygulama dozlarındaki artışa paralel olarak toprağın organik madde içeriğini artırmıştır. Organik maddenin bu artışı toprak sıkışma göstergeleri olan PD, HA ve KD'yi kontrol parseline göre azaltarak toprak yapısının iyileşmesini sağlamıştır. Toprak değişkenlerinden OM, PD ve HA en iyi sonuçları TG4 uygulamasında ve KD değişkeni ise TE4 uygulamasında vermiştir. Sonuç olarak her iki organik düzenleyici toprak özelliklerini iyileştirmiş ve bununla birlikte genel olarak tavuk gübresinin etkisi leonardite göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum tavuk gübresinin organik madde içeriğinin leonardite göre daha yüksek olmasına atfedilmiştir. Sonuç olarak toprakların fiziksel özelliklerinin iyileşmesinde organik gübrelerin önemini göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, 13-15 Kasım 2023 tarihlerinde Yozgat'ta düzenlenen 10. Ulusal KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumunda sözlü olarak sunulmuş ve adı geçen sempozyumun

özet bildiriler kitabında (ISBN: 978-625-94079-1-3) sadece Türkçe ve İngilizce özet olarak basılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Abdelhamid, M.T., Horiuchi, T., Oba, S., 2004. Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and soil properties. *Biotechnology*, 93: 183-189.
- Adeli, A., Brooks, J.P., Read, J.J., Feng, G., Miles, D., Shankle, M.W., Barksdale, N., Jenkins, J.N., 2020. Management strategies on an upland soil for improving soil properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(3): 413-429.

- Allison, L.E., Moodie, C.D., 1965. Carbonate. In: Black, C.A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp.1379-1398.
- Aydemir, M., Kara, Z., 2023. Yumuşak çekirdekli meyve yapraklarının toprakların bazı özelliklerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1): 45-52.
- Bai, Z.G., Thomas, C., Ruiperez, G.M., Batjesa, N.H., Mäder, P., Bünemann, E.K., Goede, R.D., Else, K.B., Goede, R.D., Brussaard, L., Minggang, X., Carla, S.S.F., Endla, R., Fang, H.Z., Rok, M., Glavanh, M., Zoltán, T., 2018. Effects of agricultural management practices on soil quality: a review of long-term experiments for Europe and China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265:1-7.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. *Methods of soil analysis* (2nd ed.), Madison, WI: ASA and SSSA.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., Post, W.M., Izaurralde, R.C., Owens, L.B., 2006. Corn stover impacts on near-surface soil properties of no-till corn in Ohio. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 266-278.
- Blanco-Canqui, H., Mikha, M., Presley, R., Claassen, M., 2011. Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 75: 1471-82.
- Blanco-Canqui, H., Hergert, G.W., Nielsen, R.A., 2015. Cattle manure application reduces soil's susceptibility to compaction and increases water retention after 71 years. *Soil Science Society of America Journal*, 79: 212-223.
- Bremner, J.M., 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Black American Society of Agronomy, Inc. Pub. Argon Series, No.9 Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bouyoucus, G.J., 1952. A Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z.G., Goede, R., Mäder, P., Sukkel, W., Brussaard, L., 2018. *Soil Biology and Biochemistry*, 120: 105-125.
- Casado-Vela, J., Sélles, S., Díaz-Crespo, M., Navarro-Pedreño, J., Mataix-Beneyto, J., Gómez, I., 2007. Effect of composted sewage sludge application to soil on sweet pepper crop (*Capsicum annuum* var. *annuum*) grow under two exploitation regimes. *Waste Management*, 27: 1509-1518.
- Celik, I., Ortas, I., Kilic, S., 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78: 59-67.
- Chakraborty, D., Mondal, S., Das, A., Paul, A., Thomas, P., Aggarwal, P., Behera, U.K., Sharma, A.R., 2019. Tillage and crop rotation effects on mechanical properties and structural stability of a sandy loam soil in a semi-arid environment. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 67: 174-182.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik yayın No: T-67, Ankara.
- FAO, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa, Rome.
- Ferreira, C.J.B., Zotarelli, L., Tormena, C.A., Rens, L.R., Rowland, D.L., 2017. Effects of water table management on least limiting water range and potato root growth. *Agricultural Water Management*, 186: 1-11.

- Güçdemir, İ.H., 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (5. Baskı), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tagem, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitü Müdürlüğü Genel Yayın No: 231, Teknik Yayın No: T.69, Ankara.
- Helmke, P.A., Sparks, D.L., 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium. Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison, WI, P:551-574.
- Herrick, J.E., Jones, T.L., 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. *Soil Science Society of America Journal*, 66: 1320-1324.
- Hossner, L.R., 1996. Methods of Soil Analysis: Part 3, Chemical Methods. In: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C. T. Johnston, M.E. Sumner (Eds.) *Dissolution for Total Elemental Analysis*. Madison, pp. 46-64.
- Hu, Z., Lane, R., Wen, Z., 2009. Composting clam processing waste in a laboratory and pilot scale in vessel system. *Waste Management*, 29: 180-185.
- Ishaq, M., Hassan, A., Saeed, M., Ibrahim, M., Lal, R., 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab. Pakistan I. Soil physical properties and crop yield. *Soil and Tillage Research*, 59: 57-65.
- JMP, 2007. JMP User Guide 7.0v, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:3, Ankara.
- Kakabouki, I., Folina, A., Efthimiadou, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., Kapsalis, N.C., Katsenios, N., Travlos, I., 2021. Evaluation of processing tomato pomace after composting on soil properties, yield, and quality of processing tomato in greece. *Agronomy*, 11(1): 88.
- Kara, Z., Sesveren, S., Köylü, A., Gönen, E., 2021. Organik malç uygulamalarının toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 91-95.
- Kara, Z., Aydemir, M., 2023. Üzümsü meyve yaprak atıklarının toprak sıkışmasına etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(1): 158-166.
- Kara, Z., Aydemir, S., Saltalı, K., 2022. Pirina uygulaması ile hafif tekstürlü toprakların rehabilitasyonu. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2): 316-325.
- Kara Z, Yakupoğlu T. 2023. Time-Dependent Changes in Moisture Content of Some Organic Matter Sources Used as Soil Conditioners. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1), 95-104.
- Kara, Z., Koçer, F., Çaylar, M., Çokkızgın, A. 2024. Effect of Different Organic Regulator Application to Problematic Areas on Soil Erodibility Parameters (Serpentine Soil Sample). *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(2), 184-189.
- Klute, A., 1986. Water Retention. In: A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*, ASA-SSA, Madison, WI, pp. 635-653.
- Lima, C.L., Miola, E.C., Timm, L.C., Pauletto, E.A., Silva, A.P., 2012. Soil compressibility and least limiting water range of a constructed soil under cover crops after coalmining in Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 124: 190-195.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Dron, Manganese and Copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.
- Martin, P.J., Stephens, W., 2001. The potential for biomass production on restored landfill caps. In: Bullard, M.J., Christian, D.G., Knight, J.D., Lainsbury, M.A., Parker, S.R. (Eds.), *Aspects of Applied Biology*, 65, pp. 337-344.

- Martinez, L.J., Zinck, J.A., 2004. Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. *Soil and Tillage Research*, 75: 3-18.
- Maynard, A.A., 2000. Compost: The Process and Research. Bulletin-Connecticut Agricultural Experiment Station No 966. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, CT.
- Meliek, J.E., Dieckow, J., Silva, V.L., Favaretto, N., Pauletti, V., Vezzani, F.M., Souza, J.L.M., 2010. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 110:69-76.
- Mueller, L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T.G., Ball, B.C., Helming, K., Rogasik, J., Eulenstein, F., Wiggering, H., 2010. Assessing the productivity function of soils. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 601-614.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: D.L. Sparks (ed) *Method of Soil Analysis: Chemical Methods*. SSSA, Madison, WI.
- Qian, H., Chen, L., Sun., B., 2015. Relative impact of climate and long-term manuring in shaping water variation in red soil profile during different hydrological years. *Soils*, 47(2): 378-386.
- Olsen, S., Cole, C., Watanabe, F., Dean, L., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov. Printing Office, Washington, D.C.
- Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M., Bloodworth, H., 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma*, 116: 61-76.
- Sağlam, T., 2008. Toprak Kimyası. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1, Tekirdağ.
- Sun, B.J., Jia, S.X., Zhang, S.X., McLaughlin, N.B., Zhang, X.P., Liang, A.Z., Chen, X.W., Wei, S.C., Liu, S.Y., 2016. Tillage, seasonal and depths effects on soil microbial properties in black soil of Northeast China. *Soil and Tillage Research*, 155: 421-428.
- Thomas, G.W., Haszler, G.R., Blevins, R.I., 1996. The effect of organic matter and tillage on maximum compactibility of soils using the proctor test. *Soil Science*, 161: 502-508
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and Acidity. In D.L. Sparks (Ed.), *Method of Soil Analysis: Chemical Methods*. SSSA, Madison, WI. pp. 475-491.
- Villamil, M.B., Bollero, G.A., Darmody, R.G., Simmons, F.W., Bullock, D.G., 2006. No-till corn/soybean systems including winter cover crops: Effects on soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 1936-44.
- 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.
- Zhao, X., Cai, Y., Peng, C., Zhao, S., Li, Y., 2014. Regulation of nitrification in latosolic red soils by organic amendment. *Environmental Earth Sciences*, 71: 3865-3878.

Atıf Şekli	Kara, Z., Çokkızgın, A., Yürürdurmaz, C., Gırgel, Ü., Yakupoğlu, Y., 2024. Leonardit ve Tavuk Gübresi Uygulanan Bir Tarlada Bazı Toprak Sıkışma Göstergelerinin Değişimi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(1): 150-159. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10819375 .
To Cite	Kara, Z., Çokkızgın, A., Yürürdurmaz, C., Gırgel, Ü., Yakupoğlu, Y., 2024. Changes in Some Soil Compaction Indicators in A Field Treated with Leonardite and Chicken Manure. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(1): 150-159. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10819375 .
