

FARKLI ORGANİK MATERYAL UYGULAMALARININ TOPRAK AGREGATLARI ÜZERİNE ETKİSİ*

Erdem YILMAZ^{1a} Zeki ALAGÖZ¹ Filiz ÖKTÜREN²

¹: Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 07070 Antalya

²: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, Antalya

Kabul Tarihi: 22 Ekim 2008

Özet

Araştırmada, değişik kökene sahip üç adet organik materyalin toprağın agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Akdeniz Üniversitesi Kampüsündeki Korkuluk Serisinin 0-25 cm derinliğinden bozulmuş toprak örneği olarak alınan Kırmızı Akdeniz Toprakları (Lithic Rhodoxeralf) kullanılmıştır. Çalışma sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Organik materyallerden işlenmiş tavuk gübresi ve çöp kompostu 1250, 2500 ve 5000 kg ha⁻¹, işlenmiş leonardit 100, 200 ve 400 kg ha⁻¹ olmak üzere üç farklı dozda uygulanmıştır. Yedi aylık bir inkübasyon periyodu sonunda elde edilen bulgulara göre, uygulamaların toprağın agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı üzerine etkisi değişik agregat boyutlarında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Agregat büyüklük dağılımı üzerine etki bakımından işlenmiş tavuk gübresi 8–4 mm boyutlu agregatlarda % 5, 1–0,5 mm boyutlu agregatlarda % 1 düzeyinde, çöp kompostu 2-1 mm boyutlu agregatlarda % 1 ve 0,5-0,25 mm boyutlu agregatlarda ise % 5 düzeyinde önemlilik göstermiştir. İşlenmiş leonardit uygulaması 0,5–0,25 ve 0,25–0,050 mm boyutlu agregatlarda % 5 düzeyinde etkili olmuştur. Agregat dayanıklılığına etki bakımından, işlenmiş tavuk gübresi 8–4 mm boyutlu agregatlarda % 0,1, 4–2 mm boyutlu agregatlarda % 5 düzeyinde, çöp kompostu 2–1 ve 1–0,5 mm boyutlu agregatlarda % 1 düzeyinde, işlenmiş leonardit ise 8–4 mm boyutlu agregatlarda % 0,1 ve 4–2 mm boyutlu agregatlarda % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Çalışmada, organik materyallerin toprağa düzenli uygulanması ile agregat büyüklük dağılımında ve agregat dayanıklılığında önemli değişimlerin elde edilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tavuk Gübresi, Çöp Kompostu, Leonardit, Agregat Büyüklük Dağılımı, Agregat Dayanıklılığı,

The Effects of Differently Originated Organic Materials Applications on Soil Aggregates

Abstract

In this research, effects of organic material applications on size distribution and stability of soil aggregates have been studied. For this purpose, soil was collected from the 0-25 cm layer of Mediterranean Red Soils (Lithic Rhodoxeralf) at the Akdeniz University campus. The study was carried out under the greenhouse conditions as a pot experiment. Organic materials were applied to soil in three different doses, as processed chicken manure and municipal waste compost of 1250, 2500 and 5000 kg ha⁻¹ and as processed leonardite of 100, 200 and 400 kg ha⁻¹. Results obtained after a seven-month incubation period showed that effects of different organic materials on soil aggregate formation and aggregate stability in soil were different in terms of influence and levels for different aggregate sizes. The effect of processed chicken manure on aggregate formation was significant at level of % 5 and % 1 for 8-4 and 1-0.5 mm and municipal waste compost was significant at level % 1 and % 5 for 2-1 and 0.5-0.25 mm aggregate size, respectively. On the other hand the effect of processed leonardite on aggregate formation was significant at level of % 5 for 0.5-0.25 and 0.25-0.050 mm aggregate size. The effect of processed chicken manure on aggregate stability was significant at level of % 0.1 and % 5 in 8-4 and 4-2 mm, respectively and municipal waste compost was significant at level of % 1 in 2-1 and 1-0.5 mm and processed leonardite was significant at level % 0.1 and % 5 in 8-4 and 4-2 mm aggregate size, respectively. It is concluded that the size distribution and stability of aggregates in soils can be change by the periodically use of organic materials.

Keywords: Chicken Manure, Municipal Waste Compost, Leonardite, Aggregate Size Distribution, Aggregate Stability.

* Bu makale, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Yönetim Birimi Tarafından Desteklenen Doktora Öğrencisi Erdem YILMAZ'ın Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

^a İletişim: E. Yılmaz, e-Posta: erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

1. Giriş

Toprakların organik madde dengesi, tarımsal açıdan sürdürülebilirliğin önemli bir göstergesidir (Dostal, 2002). Toprakların organik madde kapsamının artırılması için birçok organik kaynak kullanılmaktadır. Johnson ve ark. (2004), mısır artıklarının biyogaz elde etmede potansiyel bir kaynak olduğu, ayrıca bu materyalin fermantasyonu sonucu oluşan organik ürünün tarım topraklarına uygulanmasıyla toprakların organik madde kapsamının artırılarak toprak yapısının geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Barry ve ark. (2004) tarafından, şeker endüstrisi ve şehirsal atık suların geniş niteliklere sahip işlenebilen iki endüstriyel organik atık olduğu, şeker posası ve şekerin yakımı sonucu meydana gelen kül'ün işlenmesi ile elde edilen organik atıkların değerli bir besin elementi kaynağı ve toprak ıslah materyali olarak kullanılabilceğini bildirilmiştir. Benzer şekilde Orozco ve ark. (1996), Kolombiya'da her yıl 1 milyon ton'dan daha fazla miktarda kahve atığı meydana geldiğini, bu atıkların farklı formlarının organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Le Villio ve ark. (2004), Fransa'daki en önemli organik toprak düzenleyici kaynakların çiftlik gübresi ve kompost olduğunu, toprakların organik madde içeriğinin artırılmasının tınlı topraklarda kabuk oluşumu ve erozyon gibi fiziksel degradasyonun kontrol edilmesinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, diğer koşulların yanında önemli derecede yetiştiği toprak ortamının fiziksel özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yöntemlerden biri ise organik materyallerin uygulanmasıdır (Bender ve ark., 1998).

Topraklarda agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı toprak kalitesinin bir göstergesidir ve toprakların organik madde düzeyinde meydana gelen bir azalma, agregatların dayanıklılığında düşüşe neden olmaktadır (Six ve ark., 2000).

Toprak agregatları temel agregat boyutu içerisinde genelde makro ($>250 \mu\text{m}$)

ve mikro ($<250 \mu\text{m}$) agregatlar olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Mikro agregatlar primer toprak parçacıklarının ve daha küçük mikro agregatların birleşiminden meydana gelmektedir. Bu gruptaki agregatların oluşumunda, humifiye olmuş organik materyaller, çok değerlikli metaller ve katyonlar, bitki kökü veya mantari hifler, polisakkaritler, bitkisel veya mikrobiyal atıklar, amorf demir ve alüminyum oksitler başlıca rol oynarlar. Makro agregatlar ise mikro agregatların bir araya gelmesinden oluşmaktadırlar. Makro agregatların oluşumunda da mantari hifler, kök fibrilleri, polisakkaritler ve demir ve alüminyum oksitler temel rol oynamaktadır (Emerson ve Greenland, 1990).

Agregat dayanıklılığı genellikle organik madde, kil ve oksit miktarı gibi toprak özelliklerine bağlıdır fakat topraktaki organik bileşiklerin hepsi agregatlaşmadan ve agregat dayanıklılığında sorumlu değildir (Oades, 1984). Bazı organik materyaller farklı boyutlu agregatları dayanıklı yaparken, şişme büzülme özelliği gösteren topraklarda bu etkiye sahip olamayabilirler (Coughlan ve ark., 1973). Organik karbon ve seskioksitler kırmızı toprakların agregat büyüklük dağılımında oldukça önemli role sahiptir. Seskioksitler mikro agregat büyüklük dağılımında büyük etki meydana getirirken, organik karbon makro agregat büyüklük dağılımında büyük etkiye sahiptir (Yao ve ark., 1990).

Organik madde, toprağın üst kısmında agregat büyüklük dağılımında ve agregatların dayanıklılığında kuvvetli bir etkiye sahiptir. Bu durum dayanıklı agregatların toprağın diğer kısımlarına oranla daha yüksek karbon içeriğine sahip olması ile açıklanmakta ve uzun süreli organik gübreleme ile büyük agregatların ($>0.5\text{mm}$) oranı artmaktadır (Özbek ve ark., 1999).

Organik atıkların değeri özellikle şiddetli erozyona uğramış topraklarda artmakta ve organik atıkların topraklara sağladıkları olumlu etkiler ise daha çok materyallerin kompostlaştırılmış formlarının uygulanması ile meydana gelmektedir (Millner ve ark., 2004),

Toprakta iyi bir agregatlaşma ile hava ve su dengesi sağlanmış, köklerin rahatça

gelişebilecekleri bir ortam meydana getirilmiş olur. İyi bir agregatlaşma, topraktaki infiltrasyonu ve suyun toprak profili içindeki hareketini engelleyici etkileri ortadan kaldırarak yüzey akışı ile ortaya çıkan kayıpları azaltır (Özbek ve ark.,1999).

Bu çalışmada, belirlenen organik materyallerin uygulanması ile Kırmızı Akdeniz Toprağındaki agregat büyüklük dağılımı ve agregatların dayanıklılığı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada 0–25 cm derinlikten bozulmuş olarak alınan Kırmızı Akdeniz Toprağı (Lithic Rhodoxeralf) kullanılmıştır.

Çalışmada, organik materyal olarak piyasada satılan işlenmiş leonardit (AGRO-LIG), işlenmiş tavuk gübresi (ORG-E-VİT) ve çöp kompostu (OMG) kullanılmıştır. Granül formadaki organik materyaller öğütüldükten sonra farklı dozlarda toprağa uygulanmıştır.

Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1 de; organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri ise Çizelge 2 de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü saksı denemesi olarak sera ortamında yürütülmüştür. Çalışmada organik materyal olarak işlenmiş tavuk gübresi ve çöp kompostu 1250, 2500 ve 5000 kg ha⁻¹, işlenmiş leonardit ise 100, 200 ve 400 kg ha⁻¹ olmak üzere üç farklı dozda uygulanmıştır. Uygulanan dozların belirlenmesinde üretici firmaların

önerdikleri dozlara yakın değerler dikkate alınmıştır. Topraklara organik materyallerin uygulanmasından sonra toprakların nem durumu tarla kapasitesine getirilmiştir. Daha sonraki sulama programları ise, topraklardaki nem düzeyinin tarla kapasitesinin % 50'ye düştüğünde sulamaya başlanarak topraktaki nem durumunun tarla kapasitesinin % 75'i olacak şekilde ayarlanmıştır. Yapılan sulama programları saksıların periyodik bir şekilde tartımları alınarak nem kayıplarının tespiti şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama alanındaki sıcaklık değişimleri uygulama periyodu olan yedi ay boyunca düzenli olarak kaydedilerek aylık olarak dağılımları Çizelge 3'de verilmiştir.

Hava kuru ve 8 mm gözenek açıklığına sahip elekten elenmiş toprak örneği, tabanına 5 cm kalınlığında kaba kum konulan 15 x 50 x 11 cm ebadındaki plastik saksılara 3,5 kg olacak şekilde konulmuştur. Çalışmada 7 ay'lık bir inkübasyon süresi sonunda değerlendirilen fiziksel ve kimyasal toprak değişkenleri aşağıda verilen yöntemler ile belirlenmiştir.

Toprağın bünye analizi Baver (1966) tarafından bildirilen esaslara göre, pipet yöntemiyle yapılmıştır. Tarla kapasitesi direkt belirleme ile (Demiralay, 1993), deneme topraklarının hacim ağırlığı değerlerinin belirlenmesi silindir yöntemine göre (Black, 1965), toprağın agregat büyüklük dağılımı Chepil (1962) tarafından belirtilen esaslara göre hava kurusu örneklerden alınan 750 g toprağın 4, 2, 1, 0,5, 0,25 ve 0,050 mm gözenek açıklığına sahip eleklerden Rotar elek makinesinde 75 darbe frekansında 5 dk elenerek, her bir elek üzerinde kalan agregat miktarı ve yüzdesi hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Kırmızı Akdeniz Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

pH (1/2)	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	N (%)	KDK* (cmol kg ⁻¹)	(cmol kg ⁻¹)			
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
6,70	1,00	1,43	1,90	0,097	32,17	17,40	0,88	1,77	0,31
Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye Sınıfı	H. Ağırlığı (g cm ⁻³)	T.K (%)				
15,90	46,40	37,70	Kil	1,00	40				

*: Katyon değişim kapasitesi

Çizelge 2. Araştırmada Kullanılan Organik Materyallerin Bazı Kimyasal Özellikleri.

Organik Materyal	pH	E.C (dS m ⁻¹)	O.M (%)	C (%)	C/N	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
İşlenmiş Leonardit	3,80	2,78	55,00	24,65	11,01	2,22	3,86	2,54	7,74	1,13	1993,00	496,60	372,80	52,40
Çöp Kompostu	6,94	3,54	55,27	32,13	12,35	2,60	1,23	1,00	9,36	1,30	2573,60	228,20	190,40	70,80
İşlenmiş Tavuk Gübresi	8,82	4,22	42,41	31,97	12,94	2,47	1,38	2,78	3,80	1,08	2592,20	141,80	18,20	13,00

Agregat dayanıklılığı, agregatların Yoder tipi ıslak eleme aletinde 5 dk süre ile 12,7 mm darbe uzunluğu ve 40 devir/dk darbe frekansında ıslak elenmesi ile gerçekleştirilmiş ve agregat dayanıklılık yüzdesi hesaplamasında Kemper'in agregat dayanıklılığı formülü kullanılmıştır (Demiralay, 1993).

Çizelge 3. Uygulama Alanındaki Aylık Sıcaklık Ortalamaları

Aylar	Sıcaklık (°C)
Ekim	35
Kasım	25
Aralık	23
Ocak	27
Şubat	29
Mart	33
Nisan	30

Toprak reaksiyonu (pH) 1:2,5 toprak/su karışımında (Kacar, 1995), elektriksel iletkenlik (E.C) esasları Bower ve Wilcox (1965) tarafından belirtilen saturasyon ekstraktında, CaCO₃ Schibler kalsimetresi ile (Çağlar,1949), değişebilir Na⁺, K⁺, Ca⁺² ve Mg⁺² toprağın 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilmesinden elde edilen süzükte atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile (Kacar,1995), KDK amonyum asetat yöntemine göre (Kacar, 1995), organik madde modifiye Walkley-Black metoduna göre (Black, 1965) ve toplam azot modifiye Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (Kacar, 1995).

Denemede kullanılan organik materyallerin organik karbon içerikleri modifiye Walkley-Black metoduna göre belirlenen organik madde değerlerinin 1,72 sabit değerine bölünmesi ile elde edilmiştir (Tüzüner, 1990). Organik materyallerin pH

değerleri 1:2,5 oranındaki organik madde-su karışımında ölçülmüştür. Azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kacar, 1972). Organik materyallerin fosfor içeriği nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakma metodu sonucunda elde edilen filtrattaki fosfor vanadomolibdofosforik sarı renk metoduna göre tayin edilmiştir (Kacar ve Kovancı, 1982). Organik materyallerdeki makro ve mikro elementlerden K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu yaş yakma metodu ile elde edilen filtrattaki miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir (Kacar, 1972).

3. Bulgular ve Tartışma

3. 1. Agregat büyüklük dağılımı

İşlenmiş tavuk gübresinin agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda % 5 düzeyinde ve pozitif, 1-0,5 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 1 düzeyinde önemli ve negatif yönde gerçekleşmiştir (Çizelge 4). 8-4 mm boyuta sahip agregat miktarında en yüksek artış % 4,82'lik değerle uygulamanın 1. dozunda meydana gelmiştir. Uygulamanın 2 ve 3. dozları ise önemli bir fark meydana getirmemiştir. İşlenmiş tavuk gübresi uygulamasının 1-0,5 mm agregat boyutundaki agregat miktarı üzerine etkisinde ise en fazla azalma % 20,13 değeriyle uygulamanın 1. dozunda elde edilmiştir. Uygulamanın 2. ve 3. dozları önemli bir etki meydana getirmemiştir. Diğer boyutlarda ise işlenmiş tavuk gübresi

uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi önemli olmamıştır.

Urbina ve Rodriguez (1995), tavuk gübresi ve kahve pulpu'nun bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile erozyon kontrolündeki etkilerini belirlemek amacıyla toprağın 10 cm' lik üst kısmına uygulamışlardır. Araştırmacılar organik uygulamalarla toprak ve su kayıplarında önemli derecede azalma meydana geldiğini, kahve pulpunun tavuk gübresinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi 2-1 mm boyuta sahip agregatlarda % 1 düzeyinde önemli ve pozitif, 0,5-0,25 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 5 düzeyinde önemli ve negatif yönde olmuştur. 2-1 mm boyuta sahip agregat miktarında en yüksek artış % 22,88 değeriyle uygulamanın 1. dozunda elde edilirken, uygulamanın 2. ve 3. dozları önemli bir fark meydana getirmemiştir. Çöp kompostu uygulamasının 0,5-0,25 mm boyuta sahip agregat miktarındaki en fazla azalma % 18,25 değeriyle uygulamanın 1. dozunda elde edilmiştir. Uygulamanın 2. ve 3. dozları arasında ise önemli bir farklılık oluşmamıştır. Uygulamanın diğer agregat boyutlarındaki agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4). Çalışmada, çöp kompostu uygulamasının büyük boyuta sahip agregat miktarında artış sağlarken, küçük boyuta sahip agregat miktarında azalmaya neden olduğu görülmüştür.

Sela ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, şehirselle çöp atıklarından elde edilen kompost toprağa uygulanarak toprağın yapısal özelliklerindeki değişim araştırılmıştır. Çalışmada, zayıf yapısal özelliğe sahip lös toprağa yapılan kompost uygulaması ile toprağın yapısal özelliklerinde olumlu yönde değişimlerin elde edildiği bildirilmiştir.

Kirchmann ve Gerzabek (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, çiftlik gübresi, yeşil gübre, talaş, şehirselle atık ve peat ince tekstüre sahip bir toprağa uygulanmıştır. Çalışmada, organik uygulamaların üst toprak katmanındaki makro ve mikro gözenek miktarını artırdığı, ayrıca dönem içerisinde gözenekliliğin ve

makro gözeneklerin en önemli değişimi gösterdiği bildirilmiştir. Gözeneklilikteki değişimin organik madde çeşidi ve düzeyine bağlı olduğu, bununla birlikte 1-30 µm çapa sahip olan mikro gözeneklerin organik materyallerin karakteristikleri ile istatistiksel olarak önemli ilişki içinde olduğu belirtilmiştir.

İşlenmiş leonardit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi 0,5-0,25 ve 0,25-0,050 mm boyuta sahip agregatlarda % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Uygulamanın agregat büyüklük dağılımındaki etkisi 0,5-0,25 mm boyuta sahip agregatlarda negatif yönde gerçekleşirken, 0,25-0,050 mm boyuta sahip agregatlarda pozitif yönde gerçekleşmiştir. 0,5-0,25 mm boyuta sahip agregat miktarındaki en fazla azalma % 19,34 ve % 21,38 değerleriyle uygulamanın 1. ve 3. dozunda elde edilirken, uygulamanın 2. dozu önemli bir farklılık meydana getirmemiştir. İşlenmiş leonardit uygulamasıyla 0,25-0,050 mm boyuta sahip agregat miktarındaki en yüksek artış % 22,73 ve % 22,24 değeriyle uygulamanın 3. ve 2. dozlarında elde edilmiştir. Uygulamanın diğer agregat boyutlarındaki etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). İşlenmiş leonardit uygulamasıyla deneme toprağının agregat büyüklük dağılımında elde edilen pozitif etki, en fazla küçük boyuta sahip agregatlarda gerçekleşmiştir. Meydana gelen etkide materyalin parçalanması ile oluşan humik maddelerin ve mikro agregatlar içinde korunan karbon miktarının etkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Holeplass ve ark. (2004) tarafından, agregat boyutunun küçülmesiyle birlikte toprak organik karbon konsantrasyonunda bir artış olduğu, genelde toprak organik karbon konsantrasyonunun >0.25 mm boyuta sahip agregatlarda <0.25 mm agregatlardan daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Chevallier ve ark. (2004) tarafından, topraklardaki agregatlaşmanın organik karbonun depolanması ve korunmasında önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar yapmış oldukları bir çalışmada, korunan toprak karbon miktarı ile toplam organik karbon miktarı arasında pozitif bir korelasyonun bulunduğunu, deneme toprağının 2:1 tipi kil mineralince baskın

olan vertisol toprağı olması nedeniyle mikro agregatlar içindeki mineralize olabilir organik karbon korunum kapasitesinin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Humik materyallerin farklı topraklarda etkisinin değişik şekillerde ortaya çıktığını gösteren birçok çalışma mevcuttur. Özellikle kil içeriğı yüksek olan topraklarda bu materyalin etkisinin düşük olduğunu belirten çalışmalar çarpıcıdır.

Painuli ve Pagliali (1990) yaptıkları bir çalışmada, farklı düzeydeki humik asidi kil ve tın bünyeli topraklara uygulayarak toprakların yapısal gelişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada, humik asidin özellikle kil bünyeli topraklarda etkili bir sonuç sağlamadığı, fakat az düzeyde de olsa agregatlardaki dispersiyonun azalmasına yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Gu ve Doner (1993), killi bir toprağı üç farklı organik polianyon uygulayarak bu topraktaki agregat oluşum ve dayanıklılığındaki değişimi incelemişlerdir. Çalışmada organik polianyonların ve özellikle humik asidin toprakta floküle edici özelliğinin olmadığını, sodyumlu ve killi topraklar için dispers edici özelliğinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Yukarıda verilen araştırmalardaki bilgilerin aksine Özbek ve ark. (1999),

topraklardaki mineral bileşiklerin bir kısmının koloidal büyüklükteki organik maddelerle bir araya gelerek organo-mineral bileşik oluşturduğunu ve bu olayda özellikle ince kil fraksiyonunun rol aldığını belirtmişlerdir. Kil fraksiyonu içerisinde kaba kilden ince kile doğru gidildikçe humin madde miktarının arttığını yani kilin yüzey alanının artışıyla humin maddelerinde de artış gözlemlendiği bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, uygulanan değişik kökenli organik materyallerin hiçbirinin <8 mm boyuta sahip agregatların oluşumunda etkili olmadığını tespit edilmiştir.

3. 2. Agregat Dayanıklılığı

İşlenmiş tavuk gübresi uygulamasının agregat dayanıklılığı üzerine etkisi 8–4 mm boyuta sahip agregatlarda % 0,1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 5). Uygulamanın bu etkisi agregat dayanıklılığını artırıcı yönde gerçekleşmiş ve en yüksek artış % 52,0 değeriyle uygulamanın 3. dozunda elde edilmiştir. Uygulamanın 2. ve 3. dozları ise önemli bir fark meydana getirmemiştir. Tavuk gübresi uygulamasının 4–2 mm boyuta sahip agregatlardaki agregat dayanıklılığı üzerine etkisi % 5 düzeyinde

Çizelge 4. Farklı Organik Materyal Uygulamalarının Agregat Büyüklük Dağılımı %'si Üzerine Etkisi¹

Materyal	Doz	Agregat Boyutu (mm)						
		8–4	4–2	2–1	1–0.5	0.5–0.25	0.25–0.050	<0.050
İşlenmiş Tavuk Gübresi	Kontrol	2,46 ^{b2}	12,69	19,32	23,01 ^a	22,18	19,96	0,38
	1	4,82 ^a	15,21	18,42	20,21 ^b	19,89	21,25	0,20
	2	2,36 ^b	10,47	17,34	23,22 ^a	23,45	22,82	0,34
	3	2,36 ^b	11,88	19,50	22,88 ^a	21,96	21,18	0,24
	Önemlilik	*	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Çöp Kompostu	Kontrol	2,46	12,69	19,32 ^b	23,01	22,18 ^a	19,96	0,38
	1	2,81	14,96	22,88 ^a	23,40	18,25 ^b	17,38	0,32
	2	2,57	12,48	20,94 ^b	23,74	20,72 ^{ab}	19,42	0,13
	3	3,98	14,24	19,65 ^b	23,20	20,18 ^{ab}	19,26	0,29
	Önemlilik	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D
İşlenmiş Leonardit	Kontrol	2,46	12,69	19,32	23,01	22,18 ^a	19,96 ^{ab}	0,38
	1	4,88	14,60	20,56	22,08	19,34 ^b	18,17 ^b	0,37
	2	2,17	11,04	18,29	23,48	22,41 ^a	22,24 ^a	0,37
	3	2,38	12,36	18,66	22,14	21,38 ^{ab}	22,73 ^a	0,35
	Önemlilik	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	*	Ö.D

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

** : % 1 Düzeyinde önemli. * : % 5 Düzeyinde önemli. Ö.D: Önemli değil.

önemli olmuştur. Uygulamanın etkisi pozitif yönde gerçekleşmiş ve en yüksek artış % 54,5 değeriyle uygulamanın 1. dozunda elde edilmiştir. Uygulamanın 2. ve 3. dozları ise önemli bir fark meydana getirmemiştir. İşlenmiş tavuk gübresi uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki agregat dayanıklılığı üzerine etkisi önemli olmamıştır.

Çöp kompostu uygulamasının agregat dayanıklılığı üzerine olan etkisi 2-1 ve 1-0,5 mm boyuta sahip agregatlarda % 1 düzeyinde gerçekleşmiştir. Uygulamaların agregat dayanıklılığı üzerine etkisi her iki agregat boyutunda azaltıcı yönde gerçekleşirken, uygulama seviyeleri arasında önemli bir fark meydana gelmemiştir. Çöp kompostu uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki agregat dayanıklılığı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5).

İşlenmiş leonardit uygulamasının agregat dayanıklılığı üzerine olan etkisi 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda % 0,1, 4-2 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 5 düzeyinde önemli olmuş ve bu etki dayanıklılığı artırıcı yönde gerçekleşmiştir. Uygulamayla 8-4 mm boyuta sahip agregatların dayanıklılığındaki en yüksek artış, % 57,7, % 56,7 ve % 45,0 değerleri ile uygulamanın 2. 3. ve 1. dozlarında elde

edilirken, 2. ve 3. dozlar arasında önemli bir fark meydana gelmemiştir.

İşlenmiş leonardit uygulama düzeyindeki artışla birlikte 4-2 mm boyuta sahip agregatların dayanıklılığında da artış sağlamıştır. En yüksek artışı % 59,2 ve % 51,1 değerleri ile uygulamanın 3. ve 2. dozları meydana getirirken, uygulamanın 1. dozu önemli bir fark meydana getirmemiştir. İşlenmiş leonardit uygulamasının diğer boyutlardaki agregat dayanıklılığı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5).

Çalışmada işlenmiş tavuk gübresi ve işlenmiş leonardit uygulamaları özellikle 8-4 ve 4-2 mm agregat boyutundaki agregat dayanıklılığında önemli artışlar meydana getirirken, çöp kompostunun 2-1 ve 1-0,5 mm boyutlu agregatların dayanıklılığında azalma meydana getirmesi materyallerin ayrıştıktan sonraki ürünlerinin ve bu ürünlerin etkilerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Agregat dayanıklılığında meydana gelen artışlarda, toprağın kil içeriğinin koloidal organik materyallerin tutulumunda etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim kesin olmamakla birlikte Kaiser ve Zech (2000) tarafından, kil boyutundaki toprak bileşenlerinin ayrışmış organik materyallerin

Çizelge 5. Farklı Organik Materyal Uygulamalarının Agregat Dayanıklılık %' si Üzerine Etkisi.¹

Materyal	Doz	Agregat Boyutu (mm)					
		8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
İşlenmiş Tavuk Gübresi	Kontrol	34,3 ^{b2}	40,1 ^b	30,0	33,8	54,0	80,7
	1	52,0 ^a	54,5 ^a	31,1	32,1	54,4	80,2
	2	26,9 ^b	33,0 ^b	30,7	39,0	51,3	83,3
	3	32,2 ^b	33,8 ^b	23,0	26,8	51,2	84,1
	Önemlilik	***	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Çöp Kompostu	Kontrol	34,3	40,1	30,0 ^a	33,8 ^a	54,1	80,7
	1	30,1	29,4	20,9 ^b	26,5 ^b	52,4	84,7
	2	26,8	33,4	23,3 ^b	24,7 ^b	48,8	83,7
	3	43,1	38,6	19,2 ^b	26,9 ^b	55,9	83,6
	Önemlilik	Ö.D	Ö.D	**	**	Ö.D	Ö.D
İşlenmiş Leonardit	Kontrol	34,3 ^c	40,1 ^b	30,0	33,8	54,1	80,7
	1	45,0 ^b	41,9 ^b	26,2	29,8	57,6	81,3
	2	57,7 ^a	51,1 ^{ab}	38,5	29,8	60,0	85,4
	3	56,7 ^a	59,2 ^a	40,2	33,2	65,9	88,5
	Önemlilik	***	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 Düzeyinde önemli. **: % 1 Düzeyinde önemli. ***: % 0,1 Düzeyinde Önemli Ö.D: Önemli değil.

tutulmasında etkili olduğu ve ayrılmış organik maddenin topraklardaki korunumunun, organik maddenin topraktaki kil fraksiyonu ile arasındaki etkileşime bağlı olduğu bildirilmiştir.

Caravaca ve ark. (2001), yapısal özelliğini büyük oranda kaybetmiş olan yarı kurak iki bölge toprağına yıllık 30 g/kg olmak üzere taze ve kompostlaşmış organik atığı 2 yıl süreyle uygulamışlardır. Taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat miktarında % 17 düzeyinde artış sağlarken, kompostlaşmış organik atık ilavesinin kil içeriğı yüksek olan topraklarda % 13 düzeyinde bir artış meydana getirdiğı belirtilmiştir.

Alguacil ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, şeker pancarı atığı degrede olmuş Kırmızı Akdeniz Toprağına uygulanmış ve bitki dikiminden 8 ay sonra gerçekleştirilen analizlerde toprak agregat dayanıklılığında pozitif yönde değişimlerin meydana geldiğı bildirilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, fermante edilmiş şeker pancarı atığı uygulaması ile dayanıklılıkta % 79'dan daha fazla artış elde edildiğı bildirilmiştir.

Bresson ve ark. (2001), erozyona maruz kalan siltli tın lös toprağına 15 g/kg kompost uygulamışlardır. Çalışmada, kompost uygulamasının tohum yatağı bölgesindeki agregatların bozulmasını önlediğı, dayanıklı olmayan topraklara kompost ilavesinin yüzey topraktaki yapısal bozulmanın önlenmesi üzerine olumlu yönde etki meydana getirdiğı belirtilmiştir.

Piccolo ve Mbagwu (1994), Nijerya'nın güney bölgesindeki güçlü ve zayıf agregat yapısına sahip iki toprağına humik asit uygulayarak yapısal dayanıklılıktaki değişimi araştırmışlardır. Çalışmada, suya dayanıklı makro agregatların oranının humik asit uygulamasının artan dozlarında arttığı bildirilmiştir.

Rashad ve ark. (2000) tarafından, killi tın ve tınlı kum bünyeye sahip iki toprağına doğal peat materyali ve pelet şeklindeki humik madde uygulanmıştır. 80 günlük inkübasyon süresinin ardından suya dayanıklı agregatların büyüklük dağılımının farklı düzeylerde etkilendiğı ve uygulamaların hepsinde >0,25 mm boyutlu

dayanıklı agregat miktarında artış gözleendiğı bildirilmiştir.

Yılmaz ve Alagöz (2001), farklı tekstüre sahip (kumlu killi tın, siltli killi tın ve tın) topraklara değişik dozlarda humik asit uygulayarak agregat dayanıklılığı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, humik asit uygulaması ile agregat dayanıklılığında istatistiksel olarak önemli değişimin meydana geldiğı, agregat dayanıklılık yüzdesindeki artışın sırayla siltli killi tın > kumlu killi tın > tın olarak gerçekleştiğı bildirilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Farklı organik materyallerin toprak agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, uygulanan organik materyallerin etkisi değişik agregat boyutlarında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Çalışmada, işlenmiş tavuk gübresi ve çöp kompostunun agregat büyüklük dağılımında, işlenmiş tavuk gübresi ve leonardit'in ise agregat dayanıklılığında özellikle büyük agregat boyutlarında önemli artışlar sağlaması, bu materyallerin Kırmızı Akdeniz Toprağının yapısal özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek önemli organik kaynaklar olabileceğı düşünülmektedir. Ancak, agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığında elde edilen artışların genel olarak literatürlerde belirtildiğı gibi çok yüksek olmadığı, bunun nedeni olarak; a) kullanılan toprak örneğinin tarımsal işlem yapılmayan doğal bir alanda bulunması nedeniyle yapısal özelliklerinin bozulmamış olması, b) kil, kireç ve diğer çok değerlikli katyonlarca zengin olmasına bağlı olarak toprağın agregat yapısının iyi düzeylerde olması, c) özellikle çalışmada kullanılan Kırmızı Akdeniz toprağında agregatlaşma ve agregat dayanıklılığından sorumlu Fe-oksit içeriğinin yüksek olması öngörülmektedir. Bu nedenle, çalışmada kullanılan organik materyallerin daha farklı toprak gruplarında ve inkübasyon periyodunda farklı dozlarının denenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alguacil, M.M., Caravaca, F., Azcon, R., Pera, J., Diaz, G. and Roldan, A., 2003. Improvements in Soil Quality and Performance of Mycorrhizal *Cistus albidus* L. Seedlings Resulting From Addition of Microbially Treated Sugar Beet Residue to a Degraded Semiarid Mediterranean Soil. *Soil Use and Management*. 19 (4): 227-283.
- Bary, A.I., Cogger, C.G and Myhre, E.A., 2004. Yard Trimmings as a Source for Crop Production. *Compost Science & Utilization*. 12(1): 11-17.
- Baver, L.D. 1966. *Soil Physics*. Third Edition. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. ve Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *International Symposium On Arid Region Soil*. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 s.
- Black, C.A. 1965., *Methods of Soil Analysis*. Part:2. Amer. Soc. Of Agronomy. Agronomy No: 9 Inc., Publisher Madisson, Wisconsin, USA. pp. 1372-1376.
- Bower, C.A and Wilcox, L.L., 1965. Soluble Salt Methods of Soil Analysis, *Methods of Soil Analysis Part 2*, Am. Soc. Agron. No: 9, Madison, Wisconsin USA, pp: 933-940
- Bresson, M., Koch, C., LE Bissonnais, Y., Barriuso, E., and Lecomte, V., 2001. Soil Surface Structure Stabilization by Municipal Waste Compost Application. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1804-1811.
- Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 2001. Soil Aggregate Stability and Organic Matter in Clay and Fine Silt Fraction in Urban Refuse-Amended Semiarid Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1235-1238.
- Chepil, W.S., 1962. A Compact Rotary Sieve and the Importance of Dry Sieving in Physical Soil Analysis. *Soil Science Society of America. Proc.* 26: 4-6.
- Chevallier, T., Blanchart, E., Albrecht, A. and Feller, C., 2004. The physical Protection of Soil Organic Carbon in Aggregates: A Mechanism of Carbon Storage in a Vertisol Under Pasture and Market Gardening (Martinique, West Indies). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 103: 375-387.
- Coughlan, J.A., Fox, W.E. and Hughes, J.D., 1973. Aggregation in swelling soils. *Aust. J. Soil Res.* 11: 133-141.
- Çağlar, K.Ö., 1949. *Toprak Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak., Yayınları Sayı: 10.
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum, 131 s.
- Dostal, J., 2002. Results of the Long-Term Organic Matter Balance Investigations in Usti Nad Orlici District and the Trends in the Whole Czech Republic. *Agronomy and Soil Science*. 48(2): 155-160.
- Emerson, W.W and Greenland, D.J., 1990. Soil Aggregates-Formation and Stability. *Soil Colloids and Their Associations in Aggregates*. Edited by M.F. De Boodt et al. Chapter:18. pp: 485-511. Plenum Press, New York.
- Gu, B. and Doner, H. E., 1993. Dispersion and Aggregation of Soils as Influenced by Organic and Inorganic Polymers. *Soil Science Society of America Journal*, No. 57, pp: 709-716.
- Holeplass, H., Singh, B.R and Lal, R. 2004. Carbon Sequestration in Soil Aggregates Under Different Crop Rotations and Nitrogen Fertilization in an Inceptisol in Southeastern Norway. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 70(2): 167-177.
- Johnson, J.M.E., Reicosky, D., Sharratt, B., Lindstorm, M., Voorhees, W., Boggs, L.C., 2004. Characterization of Soil Amended With the By-Product of Corn Stover Fermentation. *Soil science Society of America Journal*. 68:139-147.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu: 155.
- Kacar, B. ve Kovancı, İ., 1982. Bitki, Toprak ve Gübrelere Kimyasal Fosfor Analizleri ve Değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 354.
- Kacar, B., 1995. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara, 705 s.
- Kaiser, K. and Zech, W., 2000. Dissolved Organic Matter Sorption by Mineral Constituents of Subsoil Clay Fractions. *Journal Plant Nutrition and Soil Science*. 163 (5): 531-535.
- Kirchmann, H and Gerzabek, M.H., 2000. Relationship between Soil Organic Matter and Micropores in a Long-Term Experiment at Utluna, Sweden. *Journal Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 162. Issue. 5. pp. 493-498.
- Le Villio, M., Arrouays, D., Deslais, W., Clergeot, D., Droussin, J and Le Bissonnais, Y., 2004. Interest of the Compost as a Source of Organic Matter to Restore and Maintain Physical Properties of French Soils. *Symposium No: 57, Paper No. 1529*.
http://www.sfst.org/Proceedings/17WCSS_CD/Abstracts/01529.pdf
- Millner, P.D., Sikora, L. J., Kaufman, D.D and Simpson, M.E., 2004. Agricultural Uses of Biosolids and Other Recyclable Municipal Residues.
<http://www.ars.usda.gov/is/np/agbyproducts/agbychap1.pdf>
- Oades, J.M., 1984. Soil Organic Matter and Structure Stability, Mechanisms and Implication for Measurement. *Plant and Soil*. 76: 319-337.
- Orozco, F.H., Cegarra, J., Trujillo, L.M., Roig, A., 1996. Vermicomposting of Coffee Pulp Using the Earthworm *Eisenia Fetida*: Effects on C and N Contents and the Availability of Nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. 22 (1-2): 162-166.

- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1999. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, Adana, 77-119 s.
- Painuli, D.K. and Pagliali, M., 1990. Effect of Polyvinyl Alcohol, Dextran and Humic Acid on Some Physical Properties of a Clay and Loam Soil. I. Cracking and Aggregate Stability, *Agrochimica*, 34(1-2): 117-130.
- Piccolo, A. and Mbagwu, J.S.C., 1994. Humic Substances and Surfactants Effects on the Stability of Two Tropical Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 950-955.
- Rashad, A.A., Buondonno, C. and Buondonno, A., 2000. Strategies for the Rehabilitation of Soil Quality for a Sustanial Environment, Preliminary Results of a Medium-Term Exprience with Two Stressed Soils From Mediterranean Pedoclimatic Environment. <http://www.siss.isnp.it/Ss97absa.htm> (July 2001).
- Sela, R., Goldrat, T. and Avnimelech, Y., 1998. Determining Optimal Maturity of Compost Used for Land Application. *Compost-Science-and Utilization*, 6(1): 83.
- Six, J., Elliot, E.T. and Paustian, K., 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: A Normalized Stability Index and the Effect of Mineralogy. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1042-1049.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 21-27.s.
- Urbina, C. and Rodriguez, P.O., 1995. Effect of Two Organic Amendments on Erosion Control and Improvement of Soil Physical and Chemical Properties. In *Study of Water Erosion and Control Strategies*. *Revista De La Fakultad De Agronomia, Universidad Central De Venezuela*, 47: 63-74.
- Yao, X., Xu, X. and Yu, D., 1990. Formation of Structure in Red Soils in The Different Forms of Utilization (in Chinese with English abstract). *Acta Pedol. Sin.* 27: 25-33.
- Yılmaz, E ve Alagöz, Z., 2001. Humik Asit Uygulamasının Topraklarda Agregat Oluşum ve Dayanıklılığı Üzerine Etkileri. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu*. 14-16 Kasım 2001, Antalya, s: 134-143.