

ORGANİK MATERYAL UYGULAMASININ TOPRAKLARIN İNFLTRASYON PARAMETRELERİNE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Abdurrahman HANAY (1)

ÖZET : *Bu çalışmada, kentlerin organik karakterdeki katı atıklarından elde edilen çöp kompostlarının, toprakların sulama açısından önemli fiziksel özelliklerinden olan infiltrasyon eşitliklerindeki (K) ve (n) parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Çöp kompostunun infiltrasyon parametrelerine olan etkisinin daha açık bir şekilde görülebilmesi için araştırmada ayrıca eşdeğer oranlarda ahır gübresi de kullanılmıştır.*

Araştırma, doğal koşullar altında ve küçük tarla parselleri şeklinde yürütülmüştür. Deneme süresince, bitki köklerinin toprağın doğal yapısına olan etkisini ortadan kaldırmak için parseller sürekli çıplak bırakılmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen bulgulara göre, toprağa verilen çöp kompostu toprakların hacim ağırlığı, porozite ve agregat stabilitesindeki olumlu değişimlerden dolayı infiltrasyon eşitliklerindeki (K) ve (n) parametrelerini ve dolayısıyla infiltrasyon hızlarını da artırmıştır. Çöp kompostunun bu etkisi, özellikle su geçirgenliği düşük olan topraklar için olumlu yönde olmuştur.

A RESEARCH ON THE EFFECTS OF THE ORGANIC MATERIAL APPLICATION ON PARAMETERS OF INFILTRATION OF SOILS

SUMMARY : *In this research the effects of municipal waste compost being obtained by organic wastes of municipal on some physical properties that parameters of infiltration rate of soils. The effect of municipal waste compost was compared with equivalent barnyard manure based on organic matter.*

The research was conducted at natural conditions and by using small field plots. In order to remove the effects of roots of plants on the properties of soils that will be considered, the plots were not planted.

As a results of the research it was found that; it was conducted that, investigated

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Erzurum.

properties of soils were effected by increasing levels of organic material application. Infiltration parameters that (K), (n) and infiltration rate were increased due to positive changes of bulk density, porosity and stable aggregates of soils from organic material applications. The effect of compost was improved sufficient for low permeability of soils.

GİRİŞ

Türkiye'de bazı istisnalar hariç kentlerin organik kökenli katı atıkları yeniden değerlendirilmemektedir. Günümüzde Almanya gibi gelişmiş ülkelerde, çöplerin organik kısımları her yıl artan oranlarda ayrı olarak toplanmakta ve bu organik materyalden kompost elde edilmektedir. Çöp kompostları yüksek oranda bitki besin elementlerini içermekte ve mükemmel bir toprak iyileştirme maddesi olarak tarımda kullanılmaktadır (Kowald ve ark. 1990). Yardımcı ve Kowald (1987), Erzurum kentinin organik karakterdeki belediye çöplerinden üretilcek çöp kompostlarının niteliklerinin gelişmiş ülke standartlarına yakın olduğunu tespit etmişlerdir. Toprağın strüktürünün iyileşmesi ve agregatların stabil hale gelmesi, su tutma kapasitesi ve gözenek miktarının artması, havalanma ve iyi tav durumunu koruması gibi önemli fiziksel özellikleri büyük ölçüde organik madde ile ilgilidir. Ergene'ye (1987) göre, Türkiye topraklarının büyük bir kısmı çok az miktarda organik madde içermektedir. Topraklarımızdaki organik maddeyi artırmanın yollarından biri de ahır gübresiyle birlikte kent çöplerinden elde edilen çöp kompostlarını topraklara uygulamaktır.

Tarla koşullarında yağmur veya sulama suyunun toprağa girişi olarak tanımlanan infiltrasyon olayı, genellikle sulama yöntemlerinin seçiminde ve projelendirilmesinde dikkate alınan toprağın önemli bir fiziksel özelliğidir (Gemalmaz ve Delibaş, 1989). Bir çok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda, toprağa uygulanan çeşitli organik kökenli atık materyallerin, toprakların bir çok fiziksel özelliğiyle birlikte infiltrasyon özelliklerini de olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir (Epstein ve ark, 1976; Dobranzki ve ark. 1982; Mayalagu, 1983; Flinn ve Waugh, 1983; Wei ve ark, 1985; MacRae Mehuys, 1985; Jurkova, 1986; Şahin 1989; Hanay 1990).

Bu araştırmanın amacı, organik nitelikli çöp kompostunun toprakların infiltrasyon parametrelerini ne ölçüde etkilediğini incelemektir. Bu amaçla Erzurum Belediyesi çöplerinden elde edilen çöp kompostları kaba ve ince bünyeli topraklarda ve artan uygulama düzeylerinde denenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan tarla parselleri iki farklı özelliğe sahip topraklar üzerinde kurulmuştur. Araştırma alanlarından biri, Atatürk Üniversitesine ait arazilerdeki kaba bünyeye sahip topraklarda, diğeri ise Iğdır Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'nün ince bünyeye sahip topraklarda kurulmuştur. Araştırmanın kurulduğu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada, çöp kompostu ve ahır gübresi organik materyal olarak kullanılmıştır. Çöp kompostu, Yardımcı ve Kowald'ın (1987) çalışmasıyla, Erzurum'un organik atıkları fazla olan belediye çöplerinden elde edilmiştir. Ahır gübresi ise, Atatürk Üniversitesi İşletme Müdürlüğü'nün ahırlarından sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan çöp kompostu ve ahır gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Metot

Araştırma alanlarında parseller 2x2 m boyutlarında ve 4'er paralelli hazırlanmıştır. Çöp kompostu 4, 8 ve 12 t'da düzeylerinde ve parsel alanlarına göre hesaplanarak parsellerin üst 25 cm'lik kısmına homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Aynı şekilde uygulanan ahır gübresinin uygulama düzeyleri, çöp kompostundaki toplam organik madde esasına göre hesaplandığından 1.33, 2.67 ve 4.00 t'da, olarak belirlenmiştir. Ahır gübresi parsellere verilirken herhangi bir eleme işlemi yapılmadığı halde çöp kompostu, çapı 10 mm olan eleklerle elendikten sonra parsellere verilmiştir.

Her iki organik materyal parsellere 1987 yılında karıştırıldıktan sonra, doğal koşullar altında organik materyallerin ayrışması ve bozulan toprak doğal yapısının oluşumu için 2 yıllık bir bekleme süresinden sonra analiz ve ölçümler 1989 yılında yapılmıştır. Bu 2 yıllık bekleme periyodu süresince, bitki köklerinin her türlü etkisini ortadan kaldırmak için parseller sürekli çıplak tutulmuştur (Hanay, 1990).

İnfiltrasyon ölçümleri açık arazide parseller üzerinde, çift silindirli ve sabit seviyeli infiltrometrelerle Gemalmaz ve Delibaş'a (1989) göre, çeşitli toprak özellikleri ise Demiralay'a (1981) göre yapılmıştır.

Arazide, silindir infiltrometre ölçümlerinden elde edilen değerlerden toplam infiltre olan su derinliğini veren, $D = k \cdot t^n$ eşitliğinin çıkarılması, yani (K) ve (n) parametreleri linear regresyon ilişkileri ile hesaplanmıştır. $I = k \cdot t^n$ şeklindeki Kostiakov infiltrasyon hızı eşitliği ise, toplam infiltre olan su derinliğini olan $D = k \cdot t^n$ eşitliğinin zamana göre türevinin alınmasıyla, ortalama infiltrasyon hızını veren eşitlik ise $D = k \cdot t^n$ eşitliğinin zamana (t) bölünmesiyle elde edilmiştir. Sabit infiltrasyon hız değerleri, ölçüm

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (1987).
 Table 1. Some of the Physical and Chemical Properties of Soils in the Experiment (1987).

Toprak Özellikleri Properties of Soils		Kaba bünyeli Coarse texture	İnce bünyeli Fine texture
Bünye analizi Texture analysis	Kum Sand %	57.40	18.21
	Silt Silty %	28.75	46.32
	Kil Clay %	13.85	35.47
Bünye sınıfı (Texture)		SL	SI _{CL}
Birim hacim ağırlığı Bulk density (g/cm ³)		1.45	1.25
Toplam gözenek oranı Total porosity %		45.28	54.38
Agregat stabilitesi Stable aggregates %		9.75	18.32
Tarla kapasitesi Field Capacity % P _w		16.74	24.86
Solma Noktası Wilting point % P _w		11.43	14.05
pH (1:2,5)		7.15	8.30
ECx10 ⁶ µs/cm 20°C (1: Ekstrakte)		93	225
Toplam organik madde Total organic matter %		1.18	0.72

sırasında eşit zaman dilimlerine isabet eden seviye düşüş miktarlarının sabitleşmeye başladığı andaki sızan su miktarının zamana oranlamasıyla elde edilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada Kullanılan Çöp Kompostu ve Ahır Gübresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (1987).

Table 2. Some of the Physical and Chemical Properties of Municipal Compost and Barnyard Manure Used in the Experiment (1987).

Özellikler (% kuru madde) Properties (% drymatter)		Çöp kompostu Municipal compost	Ahır gübresi Barnyard manure
Toplam organik madde Total organic matter	%	24.53	73.48
pH (1/10 ekstracte)		7.76	7.60
ECx10 ⁶ µs/cm 20°C (1/10 ekstracte)		3314	2964
Doyma kapasitesi Saturation Capacity	%	75	112
Birim hacim ağırlığı Bulk density	(g/cm ³)	0.94	0.51
Materyal tane çapı Particle size of material	(mm)	10	-
İnorganik materyal (kum) (0.2- 2 mm) % İnorganic material (sand) (0.2-2 mm) %		22	-
Taş, çakıl ve cam parçaları (2-10 mm) % Stone, gravel and broken glass pieces (2-10 mm) %		8	-

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

İnfiltrasyon ölçümleri her uygulama düzeyi için 12 paralelli yapılmış olup bunlardan 10 ölçüm sonucu elde edilen (K) ve (n) parametreleri istatistiki değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmadan elde edilen genel sonuçlar Tablo 3'te ortalamalar halinde verilmiştir. İstatistiki değerlendirmede, F-testi varyans analizleri ile Duncan çoklu karşılaştırma analizleri uygulanmıştır (Yıldız, 1986). Araştırmadan elde edilen infiltrasyon parametreleri ve infiltrasyon hızları, Israelsen ve Hansen'e göre (1965) bir miktar yüksek bulunmuştur. Bunun da asıl nedeni, Gemalmaz ve Delibaş'ın (1989) da belirttikleri gibi silindir infiltrometrelerle elde edilen değerlerin, gerçek infiltrasyon değerlerinden daima büyük çıkmasıdır. Toprakların infiltrasyon parametrelerinden K, ölçüm sırasındaki göllendirme derinliğine bağlı olan $t = 1$ dak'da sızan su miktarını gösterir. İnfiltrasyon hızının zamana göre değişimin bir ölçüsü olan n parametresinin değeri ise toprağın fiziksel özelliklerine ve infiltrasyon sırasında toprak yüzeyi ile profil içindeki akışla ilgili koşullara bağlı olarak değişir (Gemalmaz ve Delibaş, 1989; Delibaş, 1986). Tablo 3'te görüleceği gibi uygulanan organik materyal düzeyi arttıkça, toprakların infiltrasyon parametrelerinin her ikisinin de değerleri artmıştır. İnfiltrasyon parametrelerinin artmasına neden olan, toprakların fiziksel özelliklerindeki değişimlerdir. Yine aynı tablodan görüleceği gibi çöp kompostu ve ahır gübresi uygulaması, toprakların fiziksel özelliklerinden toplam gözenek hacmi, suya dayanıklı agregat stabilitesi ve kum içeriğini artırmıştır. Bu fiziksel özelliklerden öncelikle gözenek hacminin artması infiltrasyon parametrelerinin artışına neden olmuştur. Hanay (1990) yaptığı çalışmada, çöp kompostu ve ahır gübresinin toprakta özellikle makro (kaba) gözenekleri artırmasından ve toprak-su ilişkilerini düzeltilmesinden dolayı toprakların hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon hızlarını artırdığını belirlemiştir.

Araştırmada kullanılan çöp kompostu bünyesinde bulunan ve başta kaba kum gibi inorganik materyaller ile büyüklükleri 2-10 mm arasında bulunan taş, çakıl ve kırık cam parçaları toprakta kaba gözeneklerin ve kum içeriğinin artmasına neden olmuştur. 12 t/da düzeyinde kompost uygulanmasıyla toprakların kum içerikleri kaba bünyelide % 1.04, ince bünyelide ise % 1.53 oranında artmıştır. Hanay'a (1990) göre bu artışlar toprakların bünye sınıflarını değiştirmemiş olmasına karşın özellikle 30 μ m'den büyük kaba gözeneklerin oranını artırmıştır. Araştırmada kullanılan diğer organik materyal olan ahır gübresi ise kaba gözeneklerden daha çok su tutucu kapiller gözenekleri artırmıştır. Bu nedenle infiltrasyon parametrelerinin artışında ahır gübresi çöp kompostu kadar etkili olamamıştır.

İnfiltrasyon parametreleri için yapılan varyans analizinde, (K) ve (n) istatistiki

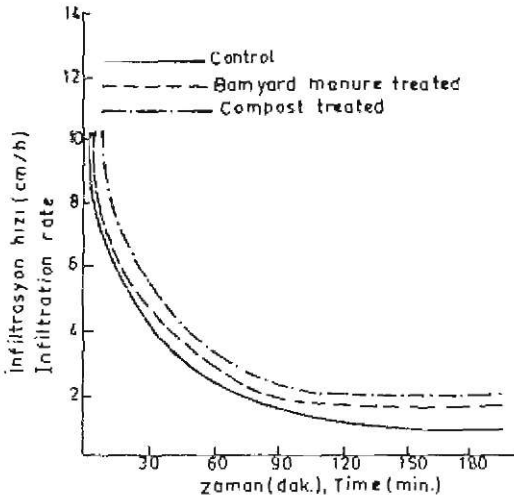
Tablo 3. Arayışma Sonrası Toprakların İnfiltrasyon ve Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları (1989).
 Table 3. Results of Infiltration and Some Physical Properties of Soils Obtained From the Research (1989).

İnfiltrasyon parametreleri ile bazı fiziksel toprak özellikleri Parameters of infiltration and some physical properties of soil	Toprak Bünyesi Soil texture	Kompost uygulaması (t/da) Compost treated				Kontrol Control		Ahır gübresi uygulaması (t/da) Barnyard manure treated	
		12.00	8.00	4.00	0.00	1.33	2.67	4.00	
D = K.t ⁿ (D = cm; t = dak, min)	SiCL	0.74 ^{-0.71}	0.20 ^{0.69}	0.18 ^{0.66}	0.18 ^{0.64}	0.17 ^{0.64}	0.18 ^{0.65}	0.20 ^{0.66}	
	SL	0.41 ^{0.78}	0.39 ^{0.76}	0.35 ^{0.74}	0.35 ^{0.74}	0.33 ^{0.74}	0.36 ^{0.75}	0.39 ^{0.77}	
f _{ort} (mean) = 60.K.t ⁿ⁻¹ (cm/h)	SiCL	14.4 ^{-0.29}	12.0 ^{-0.31}	10.8 ^{-0.34}	10.8 ^{-0.36}	10.2 ^{-0.36}	10.8 ^{-0.35}	12.0 ^{-0.34}	
	SL	24.6 ^{-0.22}	23.4 ^{-0.24}	21.0 ^{-0.26}	21.0 ^{-0.26}	19.8 ^{-0.26}	21.6 ^{-0.25}	23.4 ^{-0.23}	
f = 60.K.n.t ⁿ⁻¹ (cm/h)	SiCL	10.2 ^{-0.29}	8.30 ^{-0.31}	7.10 ^{-0.34}	7.10 ^{-0.36}	6.50 ^{-0.36}	7.00 ^{-0.35}	7.90 ^{-0.34}	
	SL	19.2 ^{-0.22}	17.8 ^{-0.24}	15.5 ^{-0.26}	15.5 ^{-0.26}	14.6 ^{-0.26}	16.2 ^{-0.25}	18.0 ^{-0.23}	
Sabitlenme başlangıç f _i (cm/h) Approximately constant f _i	SiCL	1.94	1.66	1.42	1.21	1.20	1.39	1.57	
	SL	9.93	8.82	7.69	7.26	6.79	7.89	9.03	
f _i nin sabitlenme süresi (t = dak) The time before constant for f _i (t _{min})	SiCL	106	114	120	120	118	108	102	
	SL	52	51	59	50	60	54	50	
Agregat stabilitesi Stable aggregates	SiCL	27.02	23.60	20.36	18.51	21.04	24.11	27.89	
	SL	17.15	15.41	12.72	10.62	13.07	15.69	18.70	
Toplam gözenek hacmi Total porosity	SiCL	57.30	56.13	54.69	53.85	54.68	56.29	57.46	
	SL	48.56	47.73	46.57	45.74	46.79	47.58	48.93	
Kum içeriği (%)	SiCL	20.12	19.13	18.83	18.59	18.58	18.06	18.90	

olarak yaklaşık aynı düzeylerde etkilendiği her iki toprak için çöp kompostunun etkisi $P < 0.01$ düzeyinde çok önemli bulunurken, ahır gübresinin etkisi $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çöp kompostunun uygulama düzeyleri için yapılan Duncan karşılaştırma testlerinde, 8 t/da'lık uygulama düzeyinin etkisi $P < 0.05$, 12 t/da'lık uygulama düzeyinin etkisi ise $P < 0.01$ düzeyinde olmuştur. Aynı testlere göre ahır gübresinin asıl etkisini 4.00 t/da'lık uygulaması $P < 0.05$ düzeyinde göstermiştir. Kompost ve ahır gübresinin diğer uygulama düzeylerinin etkileri önemsiz bulunmuştur. Böylece istatistikî analizler, infiltrasyon parametrelerini çöp kompostunun daha çok etkilediğini asıl etkiyi en yüksek düzeydeki eşdeğer uygulamaların yaptığını ortaya koymaktadır. MacRae ve Mehuys (1985) topraklara uygulanan organik materyallerin toprakların fiziksel parametrelerine doğrudan etki etmediğini, agregat stabilitesi ve birim hacim ağırlığındaki iyileşmelerin su tutulması, infiltrasyon ve hidrolik iletkenlik gibi fiziksel özelliklere neden olduğunu savunmuşlardır. Benzer şekilde Wei ve arkadaşları (1985) geçirgenliği zayıf siltli kinli tınlı bir toprakta, organik atık materyal uygulamasının toprakların öncelikle agregat stabilitesini artırmasından dolayı geçirgenliğinin arttığını tesbit etmişlerdir.

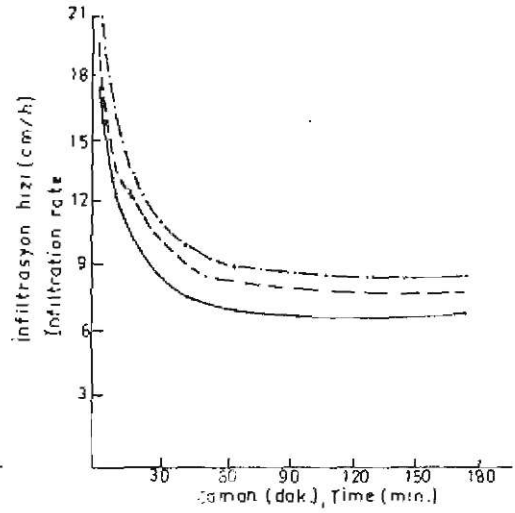
Tablo 3'ten de görüleceği gibi her iki organik materyal uygulaması toprakların suya karşı agregat stabilitesini çok önemli düzeylerde artırmıştır. Agregat stabilitesindeki bu artışlar ile infiltrasyon parametreleri arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu açıkça görülmektedir. Organik materyallerin toprakta agregat stabilitesini artırması özellikle hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon gibi toprak-su ilişkilerinin iyileşmesine neden olmaktadır (Hanay, 1990). Bir toprakta agregatların suya karşı stabilitesinin artmasıyla o toprağın agregatları su içerisinde dağılmadan uzun süre kalabilmektedir. Halbuki kısa zamanda dağılan agregatlar, gözeneklerin tıkanmasına ve dolayısıyla infiltrasyon ve geçirgenliğin azalmasına neden olacaktır. Diğer yandan agregat stabilitesinin artması, toprakların sabit infiltrasyon hızlarına erişme zamanlarında da iyileşme sağlamıştır. Tablo 3'ten görüleceği gibi her iki toprakta da uygulanan organik materyaller, agregat stabilitesine bağlı olarak toprakların sabit infiltrasyon hızına erişme zamanlarını çok önemli düzeyde kısaltmıştır. Her iki organik materyalin en küçük eşdeğer uygulama düzeyleri bu sürenin kısalmasında etkili olamadığı halde orta ve büyük uygulama düzeyleri yaklaşık aynı düzeylerde etkili olmuştur. Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi bu süreyi, her iki organik materyalin en yüksek uygulama düzeyleri, kaba bünyeli topraklarda 8-10 dakika, ince bünyeli topraklarda ise 14-18 dakika kısaltmıştır. Aslında $I = K.t^{1.0}$ şeklindeki Kostikov infiltrasyon eşitliğine göre, t 'nin sonsuza kadar artması I 'in sürekli azalacağını ve sonunda doygun hidrolik iletkenlik değerine erişeceğini gösterir

(Gemalmaz ve Delibaş, 1989). Bu araştırmada vurgulanan sabit infiltrasyon hızları, ölçümler sırasında eşit zaman aralıklarında sızan su miktarlarının sabitleşmeye başladığı andaki infiltrasyon hızlarını ifade eder. Yoksa teorik olarak infiltrasyon hızı hiçbir zaman sabit bir değere erişmez.



Şekil 1. Kaba bünyeli toprakların infiltrasyon hızlarının zamana göre değişimi.

Figure 1. Change of infiltration rates of coarse texture soils according to time.



Şekil 2. İnce bünyeli toprakların infiltrasyon hızlarının zamana göre değişimi.

Figure 2. Change of infiltration rates of fine texture soils according to time.

Görüldüğü gibi çöp kompostu uygulaması, toprakların agregat stabilitesi ve toplam gözenek hacmi gibi fiziksel özelliklerindeki olumlu değişimlerden dolayı infiltrasyon parametrelerini ve infiltrasyon hızını artırmıştır. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, Talashikar ve Kadrekar (1984) Vigerust (1984), Wei ve arkadaşları (1985) ve MacRae ve Mehuys (1985) araştırmayı destekleyici sonuçlar bulurken, Khaalel ve arkadaşları (1981) benzer bir çalışmada toprağın infiltrasyon hızının çok az arttığını ve bunun istatistikî bakımdan önemli olmadığını tesbit etmişlerdir. Organik atık materyallerden elde edilen kompostların, toprakların bir çok kimyasal, fiziksel ve özellikle toprak-su ilişkilerinde sağladığı olumlu etkiler nedeniyle tarımda kullanılmaları, kent çöplerinin bu şekilde değerlendirilip çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından kaçınılmazdır. Hanay'a (1990) göre, Erzurum şehir çöplerinden elde edilmiş kompostun

topraklara 12 1/da düzeyinde kullanılması kimyasal yönden topraklarda hiç bir sorun oluşturmamıştır.

Sonuç olarak, düşük infiltrasyon ve geçirgenlik özelliğine sahip olan topraklarda, fiziksel özelliklerin düzeltilmesi için kullanılan organik atık materyallerin 12 1/da düzeyinde uygulanmaları halinde toprakların bir çok özelliğine bağlı olarak infiltrasyon parametrelerinin ve infiltrasyon hızının artması önemli ölçüde sağlanmıştır. İnfiltrasyon hızının artmasıyla, ağır bünyeli toprakların yağmur ve sulama sularından sonra kısa zamanda tav durumuna gelebilecekleri söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Delibaş, L., 1986. Yüzey Sulamada Hidrolik Faktörlerin Tarla Koşullarında Değişimi zerine Bir Araştırma. 2. Kültürteknik Kongresi Bildirileri (Baskıda) Adana.
- Demiralay, İ., 1981. Toprakta Bazı Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Toprak Bl. Erzurum. S. 1-144.
- Dobranzki, B., Dechnik, I. Debicki, R., ve Lipiec, Y., 1982. Suitability of Some Soil Conditioners and Waste Substance For Decreasing Soil Suseptibility to Erosion. Polish J. of Science, 15 (2), P, 155-160.
- Epstein, E., Taylor, J.M., ve Chaney, R.L., 1976. Effects of Sewage Sludge Compost Applied to Soil on Some Soil Physical and Chemical Properties. Journal of Environ. Quality, 5(4), P, 422-426.
- Ergene, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Zir. Fakültesi Erzurum, 635 (289), S, 164-299.
- Flinn, D.W., ve Waugh, R.J., 1983. Evaluation of Gypsum and Organic Matter Additions For Improving Soil Structure in a Radiata Pine Nursey at Benella, Victoria. Aust. J. of Exp. Agr. and Ani. Husb., 23 (121), P, 208-215.
- Gemalmaz, E., ve Delibaş, L., 1989. Toprağın İnfiltrasyon Hızının Belirlenmesinde Hava Girişli Permeametre Yönteminin Kullanılması zerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi 2 (20), S, 13-25.
- Hanay, A., 1990. p Kompostunun Toprakların Bazı Yapısal zellikleri ve Toprak-Su İlişkilerine Olan Etkilerinin Ahır Gbresiyle Karşılaştırılması zerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Kültürteknik Bl., Erzurum (Yayınlanmamış Doktora Tezi) S, 1-133.
- Israelsen, O.W. ve Hansen, V.E., 1965. Irrigation Principles and Practie. (Third Edition), Jonh Wilay and Sons. Inc. New York.

- Jurkova, O., 1986. Changes of the Physical Properties of Heavy Soil in Manuring with Composted Spruce bark. *Polnohospodarstvo*, 32 (22), P, 1018-1027.
- Khaalel, R., Reddy, K.R. ve Overcash, M.R., 1981. Changes In Soil Physical Properties Due to Organic Waste Applications, a Review. *J. f Environ. Quality*. 10 (2), 7, p 133-141.
- Kowald, R., Yardımcı, N. ve Şahin, H., 1990. Erzurum'da Çöp Kompostunun Üretimi ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Giessen/Erzurum*. S, 1-28.
- MacRae, R.J. ve Mehuys, G.R., 1985. The Effect of Green Manuring on the Physical Properties of Temperatearea Soils. *Advances in Soil Science*, 3, P, 1-94.
- Mayalagu, K., 1983. Influence of Different Soil Amendments on the Physical Properties of a Heavy Black Soil and Yield of Graundnut TMV-7 in the Periyar-Vargal Command Arca. *Madras Agri. J*, 70(5), P, 304-308.
- Şahin, H., 1989. Auswirkung des Langjahrigen Einsatzes vor Mülkompost aut den Gehalt an Organischer substanz, die Regenwurmaktivitat, die Bodenatmung Sowie die Aggregatstabilitat un die porengrossenverteilung. *Mitteilgn. Dutsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 59/II, P, 1125-1130.
- Talashilkar, S.C. ve Kadrekar, S.B., 1984. Effect of Soil Amendments on Manat Soil of Konkan. *Indian J. of Agri. Res.*, 18 (4), P, 232-234.
- Vigerust, E., 1984. Use of Sewage Sludge on Green Area. *Utilization of Sewage Sludge on Land, Rates of Application and Long-Term Effects of Metals*. (Ed. by Berkung, S., Davis, R.D. and L'Hermite, P.D) Reidel Pub. Com., P, 36-46.
- Wei, Q.F., Lowery, B. ve Peterson, A.E., 1985. Effects of Sludge Application on Physical Properties of a Silty Clay Loam Soil. *J. of Environ. Quality*, 14(2), P, 178-180.
- Yardımcı, N. ve Kowald, R., 1987. Verwertung von hamsmüllin ostanatolien, Vorschungsbericht aus dam Intitut für Mikrobiologie Landeskultur. *Derfustus-Liebrg Univ. Giessen*, P, 19-24.
- Yıldız, N., 1986. Araştırma ve Deneme Metodları Ders Notları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum, s. 9-26.