

Organik Madde Toprak Suyu İlişkisi

Erdem YILMAZ*

Zeki ALAGÖZ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya

Sorumlu Yazar

e-posta: erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 29 Nisan 2008

Kabul Tarihi: 28 Haziran 2008

Özet

Toprak yönetim sistemleri, toprakların fiziksel verimliliklerini etkilediği için uzun dönemde gerçekleştirilen organik madde uygulamalarının su tutma kapasitesi gibi toprakların fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek önemlidir. Değişik orijine sahip organik materyallerin topraklara ilavesi toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu, özellikle de organik madde girdisi az olan kurak ve yarı kurak bölge topraklarında toprak verimliliğini sürdürülebilmek için gereklidir. Toprak su içeriği ile ilgili olarak, organik maddenin toprak fiziksel özelliği üzerine etkisi organik materyallerin miktarı, tipi ve boyutuna bağlıdır.

Bu derlemenin amacı toprakların su tutma kapasiteleri ile organik madde arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

Anahtar Kelimeler: Kapasite, organik madde, su, toprak fiziki

Relation between Soil Water and Organic Matter

Abstract

Since soil management systems influence soil physical fertility, it is important to determine the effect of long-term organic fertilizer amendments on soil physical properties such as water-holding capacity. Addition of organic materials of different origins to soil has been one of the most common rehabilitation practices to improve soil physical properties. This is essential to sustaining the productivity of soils particularly in arid and semi-arid regions where there is low input of organic matter. As regard soil water content, the influence of organic matter on soil physical properties depends upon amount, type and size of added organic materials.

The aim of this review was to define relationship between soils have water-holding capacity and soil organic matter.

Key Words: Capacity organic matter, soil physic, water.

GİRİŞ

Suyun topraktaki durumunu ve hareketini pek çok faktör etkiler. Bu faktörlerin en önemlilerinden biri toprak organik maddesidir. Organik maddenin toprak ve toprak suyu üzerinde doğrudan veya dolaylı pek çok etkisi bulunmaktadır. Bu etkilerin en önemlileri organik maddenin yüksek su tutma kapasitesine sahip olması nedeniyle toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirerek yarayıslı su tutma kapasitesini arttırmasıdır.

Bütün canlılar gibi bitkiler de yaşamsal faaliyetlerini sürdürülebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Bitkiler suyu kökleri aracılığıyla topraktan alırlar. Alınan suyun yaklaşık % 99'unu çeşitli fizyolojik faaliyetlerde kullandıktan sonra terleme yoluyla yapraklardan atmosfere verir. Kalan %1'lik kısım ise bitki bünyesinde kalır. Bitki bünyesi, kütlece % 78 - % 98 arasında su içerir. Bu oran bitkinin türü, içinde

bulduğu gelişme evresi ve ele alınan dokuya bağlı olarak değişmektedir. Bitkilerin topraktan alabildikleri su ``yarayıslı su`` olarak adlandırılır. Yarayıslı su, toprakta 1/3 atm. (Tarla kapasitesi) ile 15 atm. (Solma noktası) arasındaki gerilimle tutulan sudur. Kültür bitkileri yetişme sezonu boyunca yarayıslı suya ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden toprakların yarayıslı su tutma kapasitesi, verimlilik açısından çok önemlidir (24).

Yapılan birçok çalışma göstermektedir ki, organik madde toprakların birçok fiziksel ve kimyasal özelliği üzerine olumlu etki meydana getirmektedir. Organik maddenin hacim ağırlığının düşük olması ve agregat stabilitesini arttırması nedeniyle (29, 30) topraklarda sıkışma ve hacim ağırlığı değerlerinde düşüş (10), porozite miktarında ve infiltrasyon oranında (11, 12) ve tarla kapasitesi düzeyindeki toprak su miktarında önemli artışlar meydana gelmektedir (15).

Toprakların birçoğu % 2-10 arasında organik madde içermektedir. Toprakta az miktarlarda olsa bile organik madde oldukça önemli bir toprak bileşenidir. Organik madde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (3,7, 26). Organik madde, toprakların besin elementi tutma kapasitesini artırarak bitkiler için besin elementi deposu görevi görme, infiltrasyonu artırma, evaporasyonu azaltma ve toprakların su tutma kapasitelerini artırma gibi birçok toprak fonksiyonunu etkilemektedir (9). Toprakların organik maddeden yoksun olmaları ile toprakta yarayışlı su kapasitesi azalmakta (4, 20) ve birçok tarım topraklarında strüktürel yapı zayıflamaktadır (21; 22; 23).

TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE TOPRAK SUYU İLİŞKİSİ

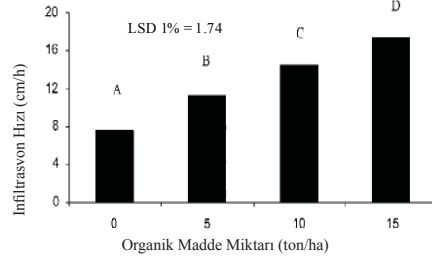
Organik maddenin infiltrasyona etkisi

Toprak organik maddesi enerji, besin ve biyolojik çeşitlilik ile biyolojik aktiviteye destek sağlayarak toprak agregat oluşumuna ve suyun infiltrasyonuna etki gibi birçok toprak fonksiyonunda anahtar rol oynamaktadır. İnfiltrasyon; yıkanma, yüzey akışı ve bitkiler için yarayışlı su kontrolü gibi birçok özellik için önemli bir toprak parametresidir. Toprak yüzeyinden ölü bitkisel kalıntıların kaybı ile toprak yüzeyi yoğun yağmur etkisine maruz kalmakta, yüzeyde kabuk oluşumu meydana gelirken infiltrasyon ve yarayışlı su miktarı ile erozyon ve su kalitesinde azalma gibi birçok olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır (17).

Yapılan bir çalışmada farklı düzeylerde yapılan çiftlik gübresi uygulamasının toprağın infiltrasyon kapasitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada çiftlik gübresi uygulamalardan bir saat sonra yapılan yağmurlama ile toprağa giren su miktarı ölçülmüş ve çiftlik gübresi uygulamasının artan miktarlarıyla birlikte toprağa giren su miktarında da önemli düzeyde artışın meydana geldiği belirtilmiştir (Çizelge 1) (6).

Çizelge 1. Uygulamadan 1 saat sonraki toprağa giren su miktarı (6).

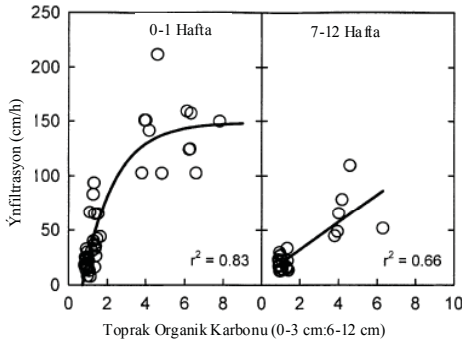
Gübre Miktarı (Ton/acre)	Su Miktarı (inch)
0	1.2
8	1.9
16	2.7



Şekil 1. Organik materyallerin infiltrasyon oranına etkisi (2).

Toprak üzerindeki bitkisel kalıntının en açık faydasının toprağı erozyona karşı koruması ve infiltrasyonu artırması olarak görülmüştür (18). Araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada farklı düzeylerde saman uygulayarak infiltrasyondaki değişimi araştırmışlardır. Çalışmada, 2,5 ton/ha üzerindeki yüksek oranlarda yapılan saman uygulamalarında en yüksek infiltrasyon seviyesinin elde edildiği bildirilmiştir.

Buğday (*Triticum aestivum*) anızı, kompostlaştırılmış şeker pancarı küspesi ve çiftlik gübresinin 0, 5, 10 ve 15 ton/ha oranlarında uygulandığı bir çalışmada toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır (6). Araştırmacılar organik materyal uygulanmasından 1 yıl sonra yapılan analizlerde infiltrasyon oranı ve su tutma kapasitesinin önemli derecede artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Her üç organik maddenin de etkisinin benzer olduğu ancak uygulama miktarlarındaki artışla birlikte infiltrasyon kapasitesinde de artışın meydana geldiği bildirilmiştir (Şekil 1). Araştırmacılar ayrıca, suyun toprak içerisine alınımının bir göstergesi olan 'a' sabitesinin organik materyal uygulamasıyla birlikte artış gösterdiğini (Çizelge 2), organik materyallerin etki derecelerinin çiftlik gübresi > buğday anızı > şeker pancarı küspesi şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde strüktürel gelişimin ve üst toprak katmanındaki hidrolik iletkenliğin buğday anızı uygulamalarıyla birlikte arttığı bildirilmektedir (1).



Şekil 2. Sera koşullarında ilk ve geç periyot'daki toprak organik karbon miktarı ile infiltrasyon arasındaki ilişki (14).

Konvansiyonel toprak işlemenin toprak fiziksel özellikleri üzerine etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada, konvansiyonel işlemenin yapıldığı alanlardaki toprak organik karbon ortalama 1.4 g/kg, işleme yapılmayan alanlarda ise 5.3 g/kg olduğu bildirilmiştir (14). Bununla birlikte toprak işleme gerçekleştirilmeyen alanlardaki infiltrasyon kapasitelerinin konvansiyonel işlem gerçekleştirilen alanlara göre daha yüksek olduğu, meydana gelen farklılığın toprak organik karbon miktarındaki farklılıktan kaynaklandığı belirtilmiştir (Şekil 2).

Organik maddenin toprağın su tutma kapasitesine etkisi

Organik madde kendi ağırlığının 3–5 katı su tutma özelliğine sahiptir. Bu durum dispers (maddenin element-molekül hali) halde bulunan koloidal humin maddelerinin su tutma güçlerinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Toprağın bütün pF noktalarında organik maddenin kapsadığı su miktarı anorganik parçacıkların kapsadığından 5-10 kat daha fazladır. Bütün pF noktalarında tutulan su fazla olunca, belirli büyüklükteki porlar artmış ve normal bir por dağılımı sağlanmış olur. Böylece hafif topraklarda higroskobisite ve yararlı su kapsayan boşluklar artarken ağır topraklarda daha çok hava kapsayan boşluklar artar. Organik madde tarafından tutulan su daha çok bitkilerin alabileceği bir güçle bağlanmıştır. Ağır killi ve killi topraklarda fazla suyun alt katlara sızamaması bir sorun iken, kumlu

topraklarda suyun akıp gitmesi söz konusudur. İşte ağır killi topraklarda organik madde toprağı gevşeterek fazla suyun alt katlara sızmasını sağlar. Kumlu topraklarda ise organik madde, suyu kendi bünyesinde tutarak derinlere akıp gitmesini önler yani kumlu topraklarda organik maddenin gösterdiği işlev az olan yarıyıllı suyun artırılması şeklindedir. Organik maddenin toprak suyuna etkisi 3 başlıkta toplanacak olursa;

- 1- Toprağın su geçirgenliğini artırır.
- 2- Buharlaşmayla su kaybını azaltır
- 3- Özellikle kumlu topraklarda toprağın su tutma kapasitesinin artırır (8).

Organik madde hidrofilik özelliğe sahip olduğundan dolayı toprakların yarıyıllı su tutma kapasitesini, hacim ağırlığını ve strüktürünü etkiler. Bu nedenle toprakta organik madde miktarının artması toprakların yarıyıllı su tutma kapasitesinin artmasına neden olmaktadır (8).

Yapılan bir çalışmada, kömürden üretilen humik asidi kuru maddede 0, 0.05, 0.10, 0.50, 1.0 g kg⁻¹ oranlarında üç farklı bölgeden örneklenen Akdeniz kırmızı toprağına (0-20 cm) uygulanmış ve toprağın yarıyıllı su tutma kapasitesinde önemli artışların meydana geldiği belirtilmiştir (22). Ayrıca, tarla kapasitesinin ve yarıyıllı su tutma kapasitesinin 0.05 g/kg düzeyinde yapılan humik asit uygulamasıyla istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P < 0.05$) artış gösterdiği belirtilmiştir.

Çizelge 2. Hem organik madde oranı hem de çeşidinin bir fonksiyonu olarak Kostiakov-Lewis sabitelerindeki değişim (2).

	Organik Madde Miktarı (ton/ha)	Kostiakov-Lewis Sabiteleri		r^2
		k	a	
Kontrol	0	0.82	0.44	0.99
Çiftlik Gübresi	5	0.86	0.46	0.97
	10	0.86	0.49	0.99
	15	0.91	0.49	0.99
Buğday Anızı	5	0.84	0.45	0.98
	10	0.86	0.46	0.99
	15	0.88	0.48	0.99
Şeker Pancarı Küspesi	5	0.84	0.45	0.98
	10	0.86	0.46	0.99
	15	0.88	0.48	0.99

1.0 g/kg düzeyindeki humik asit uygulamasının kontrolle karşılaştırıldığında yarayışlı su tutma kapasitesinde üç bölge toprağında 30%, 10%, ve 26% oranlarında artış sağladığı bildirilmiştir.

Diğer taraftan odun kömürünün gözenekli yapısından dolayı yüksek yüzey alanına sahip olduğu iyi bilinmektedir. 400°C ve 1,000°C de oluşturulmuş odun kömürünün 200–400 m²/g lık bir yüzey alanına sahip olduğu (16), hacimce % 45 oranında bir odun kömürünün kumlu bir toprağa uygulanmasıyla toprak su tutumunda % 18'lik bir artışın meydana geldiği bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada odun kömürü ilavesinin farklı tekstüre sahip topraklardaki yarayışlı nem yüzdesi üzerine etkileri araştırılmıştır (Çizelge 3). Çalışmada tınlı toprakta herhangi bir farklılık gözlenmezken killi topraktaki yarayışlı toprak nem miktarında uygulama düzeyindeki artışla birlikte bir azalmanın meydana geldiği, bu etkinin muhtemelen materyalin hidrofobik özelliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, odun kömürü uygulamasının sadece kaba tekstürlü topraklarda tutulan su miktarında bir artış sağlayabileceği bildirilmiştir (28).

Etkili mikroorganizma kullanımıyla farklı organik materyallerin yarayışlı su tutma kapasitesine yaptığı etkiyi incelemek amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise çeşitli organik maddelerin yaptığı etki 3 yıllık bir süre içinde değerlendirilmiş ve Çizelge 4'deki sonuçlar elde edilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, değişik türde organik madde uygulanan parsellerde su tutma kapasitesi düzenli bir şekilde artış göstermiştir. Çalışmada su tutma kapasitesinin 2 yıllık bir süreçte; ahır gübresi uygulanan parselde % 0.11, baklagil yaprakları uygulanan parselde % 0.21, pirinç sapları uygulanan parselde ise % 0.17' lik bir artış gösterdiği bildirilmiştir (25).

Yapılan bir araştırmaya göre, toprak organik maddesindeki % 1'lik artış, tarla kapasitesinde tutulan su miktarını % 1.5 artırmaktadır (27) . Yine başka bir araştırmaya göre (13) topraktaki her 1 gramlık organik karbon artışı, -10 kPa emişle tutulan su miktarını %50 artırmaktadır (Şekil 3). Meydana gelen etkide ekotropik

mikorizanın önemli rol aldığı, mikoriza tarafından meydana getirilen organik karbonun toprak parçacıklarını birleştirdiği ve bunun sonucu olarak da por hacminde ve tutulan su miktarında değişim meydana geldiği öne sürülmektedir.

Çiftlik gübresi, pirinç samanı ve yeşil gübre, kum tekstüre sahip bir toprağa uygulanarak toprağın su içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulamadan bir ay sonra çiftlik gübresinin uygulandığı (10000 kg/ha) parsellerdeki yarayışlı su miktarı yüzdesinde önemli derecede artışın meydana geldiği, pirinç samanı ve yeşil gübrelemenin yapıldığı parsellerde ise daha düşük düzeyde bir artışın elde edildiği bildirilmiştir (19). Ancak üç aylık bir inkübasyon süresinden sonra pirinç samanı ve yeşil gübreleme yarayışlı su miktarında artış sağlarken çiftlik gübresinin yarayışlı su miktarı yüzdesinde azalma meydana getirdiği belirtilmiştir (Şekil 4).

Çizelge 3. Kömür tozu uygulamasının hacimsel olarak topraktaki yarayışlı nem yüzdesi üzerine etkisi (28).

Toprak	% 0 Kömür Tozu	% 15 Kömür Tozu	% 30 Kömür Tozu	% 45 Kömür Tozu
Kum	6.7	7.1	7.5	7.9
Tın	10.6	10.6	10.6	10.6
Kil	17.8	16.6	15.4	14.2

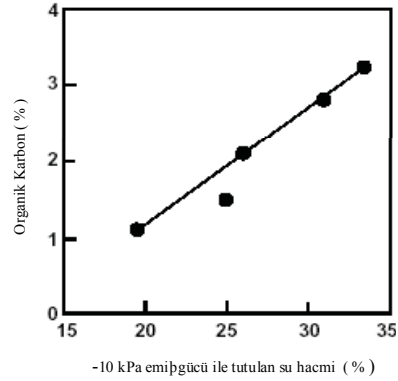
Çizelge 4. Farklı organik materyal uygulamasının toprakta su tutma kapasitesi üzerine etkileri (25).

Uygulama	Su Tutma Kapasitesi %		
	1991	1992	1993
Kontrol	18.24	18.95	18.46
Ahır Gübresi	18.54	18.62	18.65
Baklagil Yaprakları	18.64	18.72	18.85
Pirinç Sapları	18.58	18.61	18.75

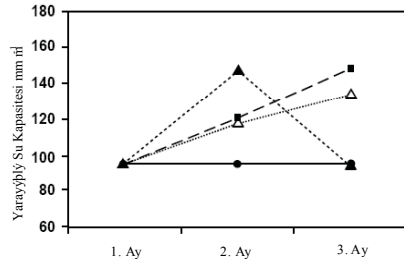
Yapılan bir çalışmada, 20-140 cm emiş gücündeki en fazla su tutma kapasitesinin kontrolle karşılaştırıldığında çiftlik gübresi uygulanmış parseldeki topraklarda medya geldiği bildirilmiştir (Şekil 5). Çiftlik gübresi uygulanmış parsellerdeki su tutma kapasitesinde meydana gelen yüksek artışın toprağın yüksek organik madde düzeyi ve agregatlaşma ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca uygulama ile su hareketi ve infiltrasyon oranında da önemli artış meydana getirdiği belirtilmiştir (5).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel ısınmanın çevre üzerine yapmış olduğu birçok olumsuz etki, özellikle de insanların tatlı su ihtiyacı ve buna paralel olarak da besin ihtiyacını karşılamada kullandığı tarımsal alanlar için son zamanlarda oldukça tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Bitkisel üretimde verimlilik parametrelerinden biride toprakların fiziksel özellikleridir. Toprakların fiziksel özelliklerinden olan su tutma kapasitesi ürün verimini, suyun infiltrasyon kapasitesi ise başlıca erozyon olmak üzere ürün verimi üzerine etki etmektedir. Toprakların fiziksel özellikleri organik materyal ve toprak canlıları tarafından büyük oranda etkilenmektedir. Topraklardaki yüksek organik madde düzeyi poroziteyi, hidrolik iletkenliği ve su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Bu nedenle, tatlı su kaynakları sınırlı olan kurak ve yarı kurak bölge toprakları için organik madde ayrıca önemlidir. Bu iklim şartlarında organik maddenin düzenli kullanımıyla hem toprağın su bütçesi hem de yağışlı dönemlerde yüzey toprak katmanındaki organik maddeden dolayı infiltrasyon düzeyi artırılarak suyun toprak içerisine girişi artırılmış olacaktır. Toprakların su tutma ve infiltrasyon kapasiteleri organik materyallerin bileşimine ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle de çiftlik gübresi ve bitki kalıntıları toprakların infiltrasyon kapasitelerinde önemli artışlar sağlamaktadır.



Şekil 3. Siltli agregatlardaki 10 kPa emiş gücünde C ve su tutulumundaki artış (13).

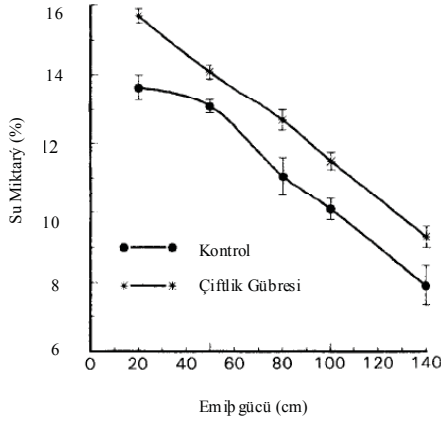


●: Kontrol ▲: Çiftlik Gübresi △: Pirinç Samanı ■: Yeşil Gübre

Şekil 4. Üç aylık bir inkübasyon süresince çiftlik gübresi, pirinç samanı ve yeşil gübre uygulamalarından sonraki toprağın yarayışlı su kapasitesindeki değişim (19).

Meydana gelen etkiler hem doğrudan organik materyallerin yapısal özelliklerinden kaynaklanmakta hem de toprağın fiziksel özelliklerindeki iyileşmeye yapmış oldukları katkıdan kaynaklanmaktadır. Kullanılan miktar ve inkübasyon süresi arttıkça toprakların su tutma ve infiltrasyon kapasiteleri de artmaktadır.

Yüksek kil içeriğine sahip kurak bölge topraklarının su tutma kapasiteleri fazla olmakla beraber bu suyun yarayışlılığı düşüktür. Sonuç olarak özellikle su sıkıntısı görülme olasılığı yüksek olan kurak ve yarı kurak bölge topraklarındaki su miktarını arttırmak ve erozyon riskini azaltmak için daha fazla miktarda organik madde düzenli olarak kullanılmalıdır.



Şekil 5. Çiftlik gübresi uygulamasının toprağın su tutma kapasitesi üzerine etkisi (5).

KAYNAKLAR

- [1] Baldock JA., Aoyama M., Oades JM., Susanto A and Grant CD. 1994. Structural amelioration of south Australian red-brown earth using calcium and organic amendments. *Aust. J. Soil Res.* 32: 571–594.
- [2] Barzegar AR., Yousefi A and Daryashenas A. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil* 247: 295–301.
- [3] Bell MJ., Moody DW., Connolly RD and Bridge BJ. 1998. The role of active fractions of soil organic matter in physical and chemical fertility of ferasols. *Aust. J. Soil Res.*, 36: 809–820.
- [4] Bembridge, C. 1989. Water retention properties of organic soils and the problems associated with laboratory measurements. Soil Survey and Land Research Centre report R 3805. Soil Survey and Land Research Centre
- [5] Benbi DK., Biswas CR., Bawa SS and Kumar K. 1998. Influence of farmyard manure, inorganic fertilizers and weed control practices on some soil physical properties in a long-term experiment. *Soil Use and Management*, 14: 52-54.
- [6] Boyle M., Frankenberger WT and Stolzy LH. 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of Production Agriculture.* 2: 209-299.
- [7] Brussoard, L. 1998. Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem process. *Appl. Soil Ecol.*, 9: 127–139.
- [8] Canbolat, M.Y., Öztaş, T., Barik, K ve Aksakal, E.L. 2002. Compactibility of soils at different moisture contents. *International Conference on Sustainable Land Use and Management*, p: 110-112.. 10-13 June 2002, Çanakkale, Turkey.
- [9] Carter, M.R. 2002. Organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Soil quality for sustainable land management. Agron. J.*, 94: 38–47.
- [10] Dexter, A. R. 1988. Advances in characterization of soil structure. *Soil Till. Res.* 11, 199–238.
- [11] El-Shakweer, M.H.A., El-Sayad, E.A and Ewees, M.S.A. 1998. Soil and plant analysis as a guide for interpretation of the improvement efficiency of organic conditioners added to different soil in Egypt. *Common. Soil Sci. Plant Anal.* 29: 2067–2088.
- [12] Ekwue, E.L. 1992. Effect of organic and fertilizer treatments on soil physical properties and erodibility. *Soil Till. Res.* 22: 199–209.
- [13] Emerson, W.W and McGarry, D. 2003. Organic carbon and soil porosity. *Australian Journal of Soil Research* 41, 107-118.
- [14] Franzluebbers, A.J. 2001. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil & Tillage Research* 66 (2002) 197–205

- [15] Khaleel R.K., Reddy R. and Overcash M.R. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application: A review. *J. Environ. Qual.* 110: 133–141.
- [16] Kishimoto, S and Sugiura, G. 1985. Charcoal as a soil conditioner. *Int Achieve Future* 5:12–23.
- [17] Langdale G.W., West L.T., Bruce R.R., Miller W.P. and Thomas A.W. 1992. Restoration of eroded soil with conservation tillage. *Soil Technol.* 5: 81–90.
- [18] Mannering J.V., and Meyer L.D. 1963. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. *Soil Science Society of America Proceedings.* 27: 84-86.
- [19] Mapa R.B. and De Silva A. 1994. Effect of organic matter on available water in noncalic brown soils. *Sri Lankan Journal of Agricultural Science* 31, 82-93.
- [20] Mbagwu, J.S.C. 1989. Effects of organic amendments on some physical properties of a tropical Ultisol. *Biol Wastes* 28:1–13
- [21] McRae R.J. and Mehuys G.R. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils. *Adv Soil Sci* 3:71–94
- [22] Piccolo A., Pietramellara G. and Mbagwu J.S.C. 1996. Effects of coal derived humic substances on water retention and structural stability of Mediterranean soils. *Soil Use Manage* 12:209–213
- [23] Rose, D.A. 1991. The effect of long-continued organic manuring on some physical properties of soils. In: Wilson E.D. (ed) *Advances in soil organic matter research: the impact on agriculture and the environment.* Redwood Press, Melksham, Wiltshire, pp 197–205.
- [24] Sağlam, M.T., Bahtiyar, M., Tok, H.H. ve Cangir, C. 1993. *Toprak Bilimi Ders Kitabı.* Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. TEKİRDAĞ.
- [25] Sangakkara, U.R. 1990. Research on the Technology of Effective Microorganisms in Sri Lanka. <http://www.emfsafe.com/em/EMAgSriLanka1993.pdf> (2007)
- [26] Six J., Elliott E.T. and Paustian K. 2000. Soil structure and soil organic matter II. A. Normalized stability index the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 1042–1049.
- [27] Wolf, B. and Snyder, G.H. 2003. ‘Sustainable soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity.’ (Food Products Press of The Haworth Press : New York.)
- [28] Tryon, E.H. 1948. Effect of charcoal on certain physical, chemical, and biological properties of forest soils. *Ecol. Monogr* 18:81–115
- [29] Yılmaz, E. ve Alagöz, Z. 2000. Farklı kökenli organik materyallerin toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* Cilt: 13, Sayı: 2, Sayfa: 223-229 ANTALYA.
- [30] Yılmaz, E. ve Alagöz, Z., 2001. Humik asit uygulamasının topraklarda agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu.* 14–16 Kasım 2001, Antalya, s: 134-143.