



FARKLI SIKIŞTIRMA SÜRELERİNİN KİLLİ TINLI BİR TOPRAĞIN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERE ETKİSİ

Damla BENDER, Abdullah BARAN, İlhami ÖZKAN
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Dışkapı-Ankara

ÖZET

Bu araştırmada, killi tınlı bir toprağın toplam boşluklar yüzdesi, yarayışlı su miktarı, havalanma porozitesi ve su iletkenliği gibi fiziksel özelliklerinde farklı sıkıştırma süreleri sonucunda oluşan değişimler incelenmiştir. Toprak örnekleri 1 dakika, 2 dakika ve 4 dakika sürelerde 0 kg/cm², 1.98 kg/cm² ve 3.00 kg/cm²’lik sıkışmaya maruz bırakılmışlar ve sıkıştırılan örneklerin değinilen fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Sıkışma sürelerine bağlı olarak toprağın toplam boşluklar yüzdesi, yarayışlı su miktarı, havalanma porozitesi ve su iletkenliğinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamış, ancak sıkışma düzeylerine bağlı olarak değinilen özelliklerde azalma meydana geldiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıkışma, Sıkışma süresi, Fiziksel özellikler

THE EFFECT OF DIFFERENT COMPACTION DURATIONS ON CHANGES IN SOME PHYSICAL PROPERTIES OF A CLAY LOAM SOIL

ABSTRACT

In this research, the effect of different compaction durations on changes of total pore spaces, available water content, aeration porosity and hydraulic conductivity of a compacted clay loam soil were investigated. Soil samples were compacted at compaction levels of 0 kg/cm², 1.98 kg/cm² and 3.00 kg/cm² for 1, 2 and 4 minutes, then, above mentioned physical properties of soil samples were determined. Total pore spaces, available water content, aeration porosity and hydraulic conductivity of soil samples were not significantly affected from the compaction durations, but significantly decreased with increasing compaction levels.

Key Words: Compaction, Compaction duration, Physical properties

1. GİRİŞ

Tarım sektöründe alet ve ekipmanların kullanımının artması sonucu yoğun tarla trafiği nedeniyle toprak sıkışması da önemli oranda artmaktadır. Tarım alet ve makinaları ile yapılan çeşitli uygulamalar sonucunda toprakta suyun hareketini ve tutulmasını, havalanmayı, bitki besin maddelerinin yarayışlılığını, mikrobiyal hayatı ve bitki kök gelişimini etkileyen toprak fiziksel özelliklerinde

bozulmalar meydana gelmektedir. Hofstra ve ark. (1989) yaptıkları çalışmalarda traktör trafiğinin ürün ve toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemişler ve ıslaklık durumlarına göre ağır traktör trafiğinde (6 geçiş) ürünün oldukça azaldığını, düşük trafikte (1 geçiş) ürün miktarının etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Toprakların toplam poroziteleri ve özellikle havalanma boşlukları düşük miktarda olduğu zaman

sıkışmış kabul edilmektedirler. Bunun sonucunda, boşluk oranı azalmakta, toprak yoğunluğu artmaktadır. Pagliai ve Pezzarossa (1988), traktörlerde bulunan iki farklı lastik tipi ile toprak üzerinde 1 ve 4 geçiş sonucu oluşan sıkışmanın etkisiyle toprak porozitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Aynı araştırmacılar sıkıştırılan topraklarda, sıkıştırılmayan topraklara göre toprak porozitesinin 3-4 kez azaldığını, bir kez geçişe kıyasla 4 geçiş uygulamasında ise toprak porozitesinin daha düşük ve homojen olduğunu belirtmişlerdir. Slowinska ve Domzal (1991), işlenmiş iki toprak üzerinde çalışmışlar ve benzer sonuçları bulmuşlardır.

Lenhard (1986), yüzeyi volkanik küllerden oluşan orman toprağında 0, 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 kez lastik tekerlekli toprak kazıyıcı ile gezdikten sonra örneklerin su tutma kapasitelerini ve hacim ağırlıklarını ölçmüştür. Araştırmacı gözenek büyüklük dağılımı ancak 4 kez geçişten sonra değişime uğrarken, hacim ağırlığının 4 geçişten sonra maksimum düzeye ulaştığını belirtmiştir.

Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, tav nemine eşdeğer nem içeren killi tınlı bir toprağın, tarım alet ve makinalarının tarla topraklarında neden oldukları sıkışmalara (Douglas ve Mc Keys, 1978; Munsuz, 1985) benzer sıkışmalar oluşturmak üzere, 1.98 kg/cm² ve 3.00 kg/cm²'lik basınç altında sıkıştırılması ile toprağın bazı fiziksel özelliklerinde ortaya çıkması beklenen değişimlerin belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan toprak A. Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasından 0-20 cm'den alınmıştır. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Araştırma 3 paralelli olarak yürütülmüştür. Toprak örneği 2 mm'den elendikten sonra bir ucu tülbentle kapalı olan yaklaşık 100 cm³ hacimli bozulmamış örnek kaplarına bir sarsıcı yardımıyla yerleştirilmiş ve bir leğen içerisinde alttan ıslatılarak su ile doyurulmuştur. Doygun örnekler, laboratuvar koşullarında kurumaya bırakılmış ve tarla kapasitesinin % 70'i düzeyinde nem içeren ağırlığa gelene kadar belli aralıklarla tartılmıştır. Belirlenen nem düzeyine gelen örnekler laboratuvarında modifiye edilmiş bir hidrolik sıkıştırıcıda üstten belirli bir ağırlık yüklenerek 1.98 kg/cm² ve 3.00 kg/cm² lik basınç yaratacak şekilde 1, 2 ve 4 dakika süreyle sıkıştırılmışlardır.

Araştırmada kullanılan toprağın bünye analizi hidrometre yöntemiyle (Bouyocous, 1951), tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri basınçlı levha

Tablo 1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Kum	% 38
Silt	% 30
Kil	% 32
Bünye	Killi tın
pH (saturasyon ekstraktında)	7.85
EC (saturasyon ekstraktında)	0.165 dS/m
Organik madde	% 1.04
Serbest Karbonatlar	% 7.3
Tarla Kapasitesi	% 23.92
Solma Noktası	% 17.23
Hacim Ağırlığı	1.14 g/cm ³

cihazı ile (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954), hacim ağırlığı parafin yöntemiyle (Blake, 1965), karışımların pF 0 ve pF 1.7'de tuttukları su miktarları De Boodt ve ark. (1973)'na göre, yarıyıllı su miktarı ise pF 2.54'de tutulan su miktarından pF 4.2'de tutulan su miktarının çıkarılması ile (Munsuz, 1982), su iletkenliği değerleri U. S. Salinity Lab. Staff (1954)'a göre, pH ve EC değerleri sature ortam ekstraktında U. S. Salinity Lab. Staff (1954)'a göre ve serbest karbonatlar Scheibler kalsimetresi ile Çağlar (1958)'a göre belirlenmiştir.

Sonuçların istatistiksel analizleri Minitab ve Mstat programları kullanılarak bilgisayarda yapılmış ve Düzgüneş ve ark. (1983)'na göre değerlendirilmiştir

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprakların sıkışma öncesi ve farklı sıkıştırma süreleri sonrasındaki bazı fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'den de görüldüğü gibi sıkıştırma düzeylerinin ve sıkıştırma sürelerinin artmasına bağlı olarak toprağın bazı fiziksel özelliklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Söz konusu azalmaların istatistiksel açıdan önemli olup olmadıklarının belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları aşağıda incelenen özellikler bakımından ayrı ayrı verilmiştir.

3. 1. Sıkıştırma Süreleri ile Toprağın Toplam Boşluklar Yüzdesi Arasındaki İlişki

Sıkıştırma sürelerinin toprağın toplam boşluklar yüzdesi üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde sıkıştırma süresinin toplam boşluklar yüzdesi üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 2. Toprağın Sıkışma Öncesi ve Sonrasındaki Bazı Fiziksel Özellikleri

İşlemler		Tutulan Su, %, θ				Yarayışlı Su %	Havalanma Porozitesi %	Su iletkenliği K _{ort.} cm/saat
Sıkışma kg/cm ²	Zaman dak.	pF						
		0	1.7	2.54	4.2			
0	0	51.13	37.43	27.28	19.65	7.63	13.70	3.274
1.98	1	41.34	32.38	25.56	18.78	6.78	8.96	0.087
	2	38.86	31.62	25.31	18.60	6.71	7.24	0.053
	4	37.64	31.01	25.45	19.14	6.31	6.63	0.013
3.00	1	35.78	28.93	25.38	22.42	2.96	6.85	0.014
	2	34.42	29.04	25.69	22.77	2.92	5.38	0.010
	4	34.42	29.94	26.06	23.77	2.29	4.48	0.009

Tablo 3. Sıkıştırma Süresinin Toprağın Toplam Boşluklar Yüzdesi Üzerine Etkisi

Varyans Analizi					
	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Zaman	2	13.97	6.99	1.78	0.198 ^{OD}
Sıkışma	2	1272.75	636.37	161.84	0.000*
Zam-Sık.	4	11.08	2.77	0.70	0.599 ^{OD}
Hata	18	70.78	3.93		
Toplam	26	1368.58			

*P < 0.001 ÖD: Önemli değil

Duncan Testi		
Sıkışma kg/cm ²	Ort. Top. Boş. Yüzdesi	Gruplar
0	51.13	A
1.98	39.28	B
3.00	34.87	C

LSD : 3.40 (P < 0.05)

Buna karşılık, sıkışma düzeyleri arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Sıkışma düzeyinin artması ile toprağın toplam boşluklar yüzdesi sıkışma süresinden bağımsız olarak azalmıştır.

Gameda ve ark. (1988), killi bir toprak üzerine 10-18 t/aks arasındaki yüklerin uygulanması ile toprak şartlarında ve alt topraktaki por büyüklüğü dağılımındaki değişimleri incelemişler ve ağır aks yükünün mikro porların dağılımını önemli ölçüde değiştirdiğini saptamışlardır.

3. 2. Sıkıştırma Süreleri ile Yarayışlı Su Miktarı Arasındaki İlişki

Sıkıştırma sürelerinin toprakların yarayışlı su miktarları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, sıkışma düzeylerine bağlı olarak % 5

düzeyinde önemli farklılıklar meydana gelmiştir (Tablo 4).

1.98 kg/cm²'lik basınç uygulaması kontrole göre istatistiksel olarak bir fark yaratmazken basıncın 3.00 kg/cm²'ye yükselmesi ile gruplar arasında

Tablo 4. Sıkıştırma Sürelerinin Toprağın Yarayışlı Su Miktarları Üzerine Etkisi

Varyans Analizi					
	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Zaman	2	0.550	0.275	0.18	0.838 ^{OD}
Sıkışma	2	121.465	60.733	39.38	0.000*
Zam-Sık.	4	0.441	0.110	0.07	0.990 ^{OD}
Hata	18	27.758	1.542		
Toplam	26	150.214			

*P < 0.001 ÖD:Önemli değil

Duncan Testi		
Sıkışma kg/cm ²	Ort. Yar. Su Miktarı	Gruplar
0	7.63	A
1.98	6.60	A
3.00	2.72	B

LSD : 2.13 (P < 0.05)

önemli bir farklılık meydana gelmiştir (P < 0.05).

Sıkışma düzeyinin artması ile toprağın yarayışlı su miktarı azalmıştır. En fazla azalma 3.00 kg/cm²'lik sıkışma düzeyinde görülmüştür. Kuznetsova ve Vinogradova (1983), sıkışmış toprak katmanlarındaki solma noktası değerlerinin düşük düzeylerde bulunduğunu ve yarayışsız su miktarında bir artış olduğunu gözlemişlerdir. Olsson (1986) da farklı yük uygulanması sonucunda, porozite, makro boşlukların oranı ve dizilişlerinin değişmesi ile su tutulması ve infiltrasyonun olumsuz etkilendiğini belirtmiştir.

Hill ve Montalvo (1990), benzeri çalışmalar sonucunda tekerlek trafiği olan topraklarda, tekerlek trafiği olmayan topraklara göre tutulan su miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

3. 3. Sıkışma Süreleri ile Havalanma Porozitesi Arasındaki İlişki

Sıkışma süreleri ile toprağın havalanma porozitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki görülmemiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Sıkıştırma Sürelerinin Havalanma Porozitesi Üzerine Etkisi

Varyans Analizi					
	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Zaman	2	11.529	5.765	3.22	0.064 ^{ÖD}
Sıkışma	2	322.595	161.298	90.21	0.000*
Zam-Sık.	4	5.842	1.461	0.82	0.531 ^{ÖD}
Hata	18	32.184	1.788		
Toplam	26	372.151			

*P < 0.001 ÖD: Önemli değil

Duncan Testi		
Sıkışma kg/cm ²	Ort. Havalanma Por.	Gruplar
0	13.70	A
1.98	7.61	B
3.00	5.57	B

LSD : 2.29 (P < 0.05)

Sıkışmış örneklerin havalanma porozitelerinde, kontrole göre % 5 düzeyinde önemli farklılıklar görülmüştür. İki sıkışma düzeyine ilişkin örnekler arasında ise önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Sıkışma düzeyleri arttıkça havalanma porozitesinin azaldığı Tablo 5’de görülmektedir. Swinford ve Boevey (1984), yaptıkları tarla denemesinde, toprağa 3.7 ton ve 5.7 ton’luk yüklerle uyguladıkları sıkıştırma işleminden sonra toprağın hava dolu boşluklar miktarında ortalama olarak % 40 azalma olduğunu saptamışlardır.

3. 4. Sıkışma Süreleri ile Su İletkenliği Arasındaki İlişki

Sıkıştırma sürelerinin toprağın su iletkenliği üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığı görülmüştür (Tablo 6). Buna karşılık sıkışma düzeyleri ile su iletkenliği arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli farklılıklar görülmektedir. Sıkışma düzeylerinin artmasına bağlı olarak su iletkenliğinin azaldığı görülmekle birlikte farklı sıkışma düzeylerine ilişkin gruplar arasındaki farklılık önemli düzeyde değildir.

Tablo 6. Sıkıştırma Sürelerinin Su İletkenliği Üzerine Etkisi

Varyans Analizi					
	S.D.	K.T.	K.O.	F	P

Zaman	2	0.003	0.002	0.46	0.064 ^{ÖD}
Sıkışma	2	63.118	31.559	9172.48	0.000*
Zam-Sık.	4	0.005	0.001	0.38	0.821 ^{ÖD}
Hata	18	0.062	0.003		
Toplam	26	63.189			

* P < 0.001 ÖD : Önemli değil

Duncan Testi		
Sıkışma kg/cm ²	Ort. Su İletkenliği	Gruplar
0	3.274	A
1.98	0.051	B
3.00	0.011	B

LSD : 0.10 (P < 0.05)

Ohu ve ark. (1987), Ankeny ve ark. (1990) yaptıkları tarla denemelerinde sıkıştırma gücü arttıkça su iletkenlik değerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, sıkışma sürelerinin toprağın fiziksel özelliklerindeki değişimler üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, ancak aynı fiziksel özelliklerin sıkışmaya bağlı olarak olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Uygulanan iki farklı sıkışma düzeyine bağlı olarak örneklerin toplam boşluklar miktarlarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık (P < 0.05) ortaya çıkarken, havalanma poroziteleri ve su iletkenliklerindeki farklılıklar önemsiz düzeyde kalmaktadır. Örneklerin yarayışlı su içeriklerinde ise ancak 3.00 kg/cm²’lik sıkıştırma düzeyi önemli bir farklılık (P < 0.05) yaratabilmiştir.

4. KAYNAKLAR

Ankeny, M. D., Horton, R., Kaspar, T. C. 1990. “Field Estimates of Hydraulic Conductivity from Un confined Infiltration Measurements”. **Field-Scale Water and Solute Flux in Soils**. Proceedings, Workshop Switzerland 24-29 September 1959, USA, 95-100. U. S. A.

Blake, G. R. 1965. Bulk Density, In : Methods of Soil Analysis. Part 1 (Black, C.A. ed) Am. Soc. of Agr. Inc. Madison, Wisconsin, USA, 374-390.

Bouyoucos, G. J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Mechanical Analysis of Soils. Agr. Jour. 9, 434-438.

Çağlar, K. Ö. 1958. Toprak İlmi. A. Ü. Z. F. Yay., No. 10. Ankara.

- De Boodt, M., Verdonck D., Cappaert, I. 1973. "Method for Measuring the Water Release Curve of Organic Substrates". **Proc. Symp. Artificial Media in Horticulture**. 2054-2062.
- Douglas, E., Mc. Keys, E. 1978. Compaction Effect on Hydraulic Conductivity of a Clay Soil. *Soil Sci.* 125 (5), 279.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F. 1983. İstatistik Metodları I. Ank. Ü. Z. F. Yay. 861. Ankara.
- Gameda, S., Raghavan., G. S. V., Mc Keys, E. 1988. Soil Structure under Heavy Axle Load Compaction. *American Society of Agriculture Engineers*, 88, 1613.
- Hill, R. L., Montalvo, M. 1990. Long-term Wheel Traffic Effects on Soil Physical Properties under Different Tillage Systems. *Soil Science Society American Journal*, 54 (3), 865-870
- Hofstra, S., Marti, M., Borresen, T., Njons, A. 1989. Effects of Tractor Traffic and Liming on Yields and Soil Physical Properties in Three Field Experiments in S. E. Norway. *Neldirgerfra-Norges-Landbruksbogskalet*, 65 (23), 23.
- Kuznetsova, I. V., Vinogradova, G. B. 1983. Wilting Moisture of Plants in Compacted Soil Horizons, *Soviet Soil Science*, 50 (20), 112-119.
- Lenhard, R. J. 1986. Changes in Void Distribution of a Forest Soil. *Soil Science Society American Journal*, 50, 462-464.
- Munsuz, N. 1982. Toprak-Su İlişkileri. A. Ü. Z. F. Yay. No. 798, Ankara.
- Munsuz, N. 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. A. Ü. Z. F. Yay. No. 992, Ankara.
- Ohu, J. O., Ayotamuno, M. B., Folorunso, O. A. 1987. Compaction Characteristics of Prominent Agricultural Soils in Borno State of Nigeria. *Transactions of the (ASAE) American Society of Agricultural Engineers, Nigeria*, 30 (6), 1575-1577.
- Olsson, M. T. 1986. Micromorphometric Evaluation of Artificial Compaction of Fine Sand till. *Forest Ecology and Management*, 17 (2-3), 109-117.
- Pagliai, M., Pezzarossa, B. 1988. Variations in Soil Porosity Following Compaction Caused by the Passage of Tractors. *Rivista di Ingegneria Agraria, Italy*, 19 (2), 120-126.
- Slowinska, J. A., Domzal, H. 1991. The Structure of the Cultivated Horizon of Soil compacted by the Wheels of Agricultural Tractors. *Soil and Tillage Research, Poland*, 19 (2-3), 215-226.
- Swinford, J. M., Boevey, T. M. C. 1984. The Effect of Soil Compaction due to Infield Transport on Ratoone Cone Yields and Soil Physical Characteristics. *Proceedings South African Sugar Technologists Association*. 58, 198-203.
- U. S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Agr. Handbook, (Richards, L.A ed), No. 60.