

BÜYÜK MENDERES HAVZASINDA YAYGIN İKİ TOPRAK SERİSİNDE TOPRAK SIKIŞMASI KAYNAKLI BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ*

Gökhan ŞEKER¹, Gönül AYDIN¹

ÖZET

Büyük Menderes Havzasında yaygın iki toprak serisinin toprak sıkışması kaynaklı bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri saptanmıştır.

Sıkışmış ve sıkışmamış horizonlarda toplam gözeneklilik, gözenek irilik dağılımı, hacim ağırlığı ve doymuş hidrolik iletkenlik değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin sıkışma ile ilişkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Profillerde özellikle 40-50 cm derinliklerde sıkışmanın varlığı belirlenmiş, bu derinliklerdeki horizonlarda makro gözenek miktarlarında azalma, hacim ağırlığı değerlerinde artış bulunmuştur.

Elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: toprak fiziksel özellikleri, toprak hidrolojik özellikleri, toprak sıkışması, hacim ağırlığı

An Evaluation of Some Physical Properties Arised From Soil Compaction in Two Common Soil Series in Greater Meandros Basin

ABSTRACT

Some physical, chemical and hydraulic properties arised from soil compaction in two common soil series in greater Meandros Basin are analyzed.

Total porosity, porosity largeness distribution, soil bulk density, saturated hydraulic conductivity values in compacted and noncompactd horizons are determined and relationship between these values and compaction are evaluated.

The existence of compaction in profiles especially in the depth of 40-50 cm are determined and it is found that there is a decrease in the amount of macro porosity, while increase in soil bulk density.

Some statistically significant correlations are found between the values obtained.

Keywords: soil physical properties, soil hydraulic properties, soil compaction soil bulk density.

GİRİŞ

Artan dünya nüfusunu doyurabilmek için insanlar tekniğin bütün imkanlarından faydalanarak birim alandan en ekonomik verimi alabilmeye çalışmaktadırlar.

Ülkemizin 77 milyon 971 bin 127 hektar olan yüzölçümünün tarımda kullanılan toprak kaynağı 27 milyon 899 bin üç ha'dır. Bu alanın ise 21.7 milyon hektarı tarıma uygundur (DİE., 1984). Ülkemizde üzerinde tarım yapılabilecek arazileri arttırma olanağı kalmadığı gibi, tarım topraklarımız kentleşme, kuraklık, tuzluluk, alkalilik, erozyon gibi nedenlerden dolayı gün geçtikçe daralmaktadır. Birim alandan sağlanan verimin artırılması tarımsal üretimin rasyonel bir biçimde düzenlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Tarımsal üretimde birim alandan alınan ürünün arttırmada sulama, gübreleme, tarımsal mücadele, kaliteli tohumluk kullanımı, mekanizasyon ve uygun arazi işlemenin önemi büyüktür. Örnek olarak Ege bölgesinde yapılan mısır tarımında ekim öncesinden, tarla hazırlığı ile ilk sulanmasına kadar olan dönem içinde kullanılan toprak işleme aletleri tarlaya genellikle:

1- Toprağı tava daha çabuk getirmek için bir kez diskaro çekimi,

2- Toprağın pullukla devrilmesi,

3- Keskleri kırmak ve toprağın tavını korumak için dört defa diskaro çekimi,

4- Toprağı bastırmak için sürgü çekilmesi,

5- Ekim yapılması,

6- Bir kez daha sürgü çekilmesi,

7- Kaymak tabakası kırma,

8- Boğaz doldurma ve sulama kanalı açma,

şeklinde toprağın ekime hazırlanmasından sulamaya kadar yabancı ot ilaçlaması ve gübreleme hariç en az 10-11 kez girerek tarla trafiği oluşturulur.

Yavuzcan, (2000) tipik İç Anadolu bölgesi toprağında yedi değişik toprak işleme sisteminin ve arkasından gelen tekerlek trafiğinin (22 kN aks yükü) toprağın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Toprağın sıkışma durumu, toprak işleme esnasında toprağın gevşetilmesi ile birlikte orantılı olarak artan çizel sistemlerinde tekerlek trafiği etkisi geleneksel toprak işleme ile karşılaştırıldığında düşük kalmıştır. Toprak direnci ile yüksek oranda ilişkili olan tekerlek geçişi esnasında toprakta stres oluşumu görülmüştür. Ayrıca her iki toprak işleme ve trafik etkisinin agregat büyüklüğü

* Bu Çalışma Yüksek Lisans Tezi Olarak Yürütülmüş ve ADÜ-Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Tarafından Desteklenmiştir.

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, AYDIN

farkına sebep olduğu da bildirilmiştir.

Toprak işleme aletlerinin tarlaya girmesi ile toprağın fiziksel özellikleri giderek bozulmakta olup, tarla trafiğinin artması ile bozulma daha da hızlanmaktadır. Sürüm aletlerinin toprak işleme derinliğinde meydana getirdikleri sıkışmış tabaka, su ve hava geçirgenliğini azalttığından, yağmur ve sulama suyu ile toprağa giren sular, bu tabaka üzerinde eğime uyarak akışa geçip arazinin çukur yerlerinde toplanarak toprağın fiziksel özelliklerini bozmaktadır.

Jorajuria *vd.*, (2000) ağırlık yüzünden sıkışmayı, geçiş sayısı ve bağımsız değişkenlerin toprak altı sıkışmasının dikey dağılımı üzerine ağır ve hafif traktörlerle, onlara uygun aletlerin tarladaki geçişlerinde bunların farklılıklarına göre belirlemişlerdir. Sonuçlar ağır ve hafif koşullarda sığ derinlikte bir farklılık olmadığını, daha derinlerde ise önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Tekerlek izi dışında kalan alanlarda verim %7 ve %25 oranında, tekerlek izi içinde kalan alanlarda ise %52 ile %76 oranında azalmıştır. Sonuçta hafif traktörün tekerleğinin iz hattı boyunca üzerinde tekrarlanan geçişlerin sayısının artması ağır traktörün daha az sayıda geçişinden daha büyük zararlara sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Gidiş geliş sayısında 10 kritik değer olup daha fazla gidiş gelişte hafif traktör kullanımının verdiği avantajların kaybolduğu sonucuna varılmıştır.

Sıkışmış topraklarda gerek yağışlar gerekse sulama ile gelen ve toprağa absorbe olması gereken suların sert tabakadan dolayı perkole olamayıp üst tabakada birikmesi ve yüzeyde akışa geçmesi yüzünden toprağın faydalı su içeriği azalmakta ve bitki kurak mevsimlerde gereksinim duyduğu suyu bulamadığı için verim düşmektedir.

Sulama olanaklarının yeterli olmadığı yerlerde, sulama suyu sert tabakayı geçerek, alt toprakta depo edilemediğinden, sulama sayısının artırılması gerekmekte ve birim alanda yapılan masraftan dolayı ürün maliyetini yükseltmektedir. Dolayısıyla, bitkinin sağlıklı ve iyi gelişebilmesi için toprağın kimyasal özelliklerinin yanında fiziksel özelliklerinin de iyi olması gerekmektedir.

Majdumar *vd.*, (2000) yaptıkları tarla denemesinde domates ve acı biber bitkilerinde toprak sıkışmasının, potasyumun topraklardaki değişimi, toprağın fiziksel özellikleri ve verim kalitesine olan etkileri ile potasyum kullanım etkinliğini araştırmışlardır. Sonuçlar, her iki ürün periyodu boyunca yüzey altı sıkışması, hacim ağırlığı ve nem içeriğinin arttığını, buna karşın doymuş hidrolik iletkenlik değerinin azaldığını göstermiştir. Yüzey altı sıkışması ve potasyum düzeyi biber ve domates bitkisinde verim artışıyla ilişkili bulunmuştur. Domateste toplam çözünebilir katı madde, askorbik asit ve potasyum içeriği, biberde potasyum ve capsaicin içeriği, her iki bitkide de potasyum kullanım etkinliği, sıkışma ve potasyumun düzeylerinden etkilenmiştir.

Ege bölgesinin en geniş ve en verimli

havzalarından biri olan Büyük Menderes Havzası'nda, uygun toprak, iklim, topografya koşullarına ek olarak ovada bulunan zengin su kaynakları çeşitli bitki türlerinin yıl boyunca yetişmesine olanak sağlayacak düzeydedir. Ancak toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin olumsuz olmasından dolayı istenen seviyede ürün alınamamaktadır.

Tarımsal uygulamalarda öngörülen amaçlara ulaşabilmek için toprakların, potansiyellerine uygun bir biçimde kullanılmaları gerekmektedir. Bu da bilinçli bir toprak yönetimi için toprakların fiziksel kimyasal ve hidrolojik özelliklerinin saptanması gereğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın amacı Büyük Menderes Havzası'nda yaygın iki toprak serisinde, toprakta sıkışmanın varlığını ortaya koymak ve sıkışma nedeniyle toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özelliklerindeki değişimleri fiziksel verimlilik açısından değerlendirmektir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Büyük Menderes nehrinin bulunduğu Büyük Menderes havzasında bulunan en yaygın iki toprak serisi olan Büyük Menderes ve Köşk serilerinde yürütülmüştür.

Araştırmada kullanılan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin alındığı yerler seriyi temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Çalışılan serilerin morfolojik özellikleri, Altınbaş *vd.*, (1999) tarafından tanımlanmıştır.

Araştırmaya konu olan bölgedeki yaygın iki toprak serisi olan Büyük Menderes ve Köşk serilerine ilişkin; bünye, katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (DK), çözünebilir toplam tuz, organik madde, kireç, toprak reaksiyonu (pH) gibi temel fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin saptanmasında aşağıdaki yöntemler izlenmiştir.

Topraklarda tane irilik dağılımı (Bünye) Bouyocous Hidrometre yöntemiyle, (Bouyoucous, 1952) organik madde içerikleri modifiye edilmiş Walkey-Black yöntemine göre (Jackson, 1967 ve Hesse, 1971), pH, 1:2.5 toprak su süspaniyonunda, Beckman cam elektrodu pH-metresi kullanılarak ölçülmüştür (Jackson, 1967 ve Peech, 1965). Hacim ağırlığı değerleri, hacmi belli çelik silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinin kuru ağırlıklarından (Yeşilsoy ve Güzeli., 1966), çözünebilir toplam tuz analizi saturasyon çamurunda EC- metre yöntemi ile belirlenmiştir (U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954). Kireç, Çağlar (1949) tarafından esasları belirlenen Scheibler Kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi, kireçli topraklarda uygulanan katyon değişim kapasitesi sodyum ile saturasyon analizi metoduna göre yapılmıştır (Bower *vd.*, 1952). Yüzde nem, fırın kuru toprak ağırlıklarından (Gardener, 1965), 1.0, 3.0, 15.0 bar basınçlarda tutulan su içerikleri basınçlı plaka aleti kullanılarak belirlenmiştir (Klute, 1965). Doymuş hidrolik

iletkenlik bozulmuş toprak örneklerinde sabit yük altında geçen su miktarından (Hillel, 1980), toplam gözenek hacmi, gravimetrik yöntemle elde edilen toprak nem içeriğinin hacim ağırlığı ile çarpılmasından (Hillel, 1971), mikro gözeneklilik, tarla kapasitesindeki gravimetrik toprak su içeriğinin hacim ağırlığı ile çarpılmasından (Yeşilsoy, 1976), makro gözeneklilik toplam gözenek hacminden mikro gözenekliliğin farkından (Yeşilsoy, 1976), yarayışlı su yüzdesi, tarla kapasitesindeki toprak hacimsel su içeriğinden solma noktasında tutulan toprak hacimsel su içeriğinin farkından (Yeşilsoy, 1976) hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde temel fiziksel ve kimyasal özellikler üç paralelli olarak saptanmıştır.

Çalışmada toprak reaksiyonu (pH), suda çözünebilir toplam tuz konsantrasyonu katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++}), yüzde toplam kireç (CaCO_3), organik madde, verilen temel fiziksel özelliklerde tane irilik dağılımı, tekstür sınıfı, hacim ağırlığı değerleri ve sabit yük altında doymuş hidrolik iletkenlik değerleri, doyunluk, 1/3 atm basınçta (tarla kapasitesi), 1 ve 15 atm basınçta hacimsel nem içerikleri, toplam gözenek hacmi, makro ve mikro gözenek hacmi ve yarayışlı nem içeriği % analizleri yapılmış olup bulunan sonuçlar MSTAT istatistik analiz programına işlenerek yorumlanmıştır.

Toprakların pH değerleri 7.88 ile 8.69 arasında değişmekte olup her iki seride açılmış olan profillerde alkali sınıfına girmiştir. Ayrıca yapılan KDK analizi sonuçlarına göre Yenipazar profilinin C2, C3, C4, C5 no' lu horizonları, Bağarası profilinin C1, C2+C3, C4, C6 no lu horizonları Yuvacık profilinin C3, C4, C5, C6

no lu horizonları sodyum içeriğine bağlı olarak alkalilik tehlikesi altındadır ve tarımsal açıdan sorun yaratabilecek durumdadır.

Serilerin, suda çözünebilir toplam tuz içerikleri oldukça düşük (0.03-0.13) olup her iki seridede benzer sonuçlar olduğu görülmektedir.

Serilerin kireç içerikleri her iki seride de oldukça yüksek olup derinlere inildikçe daha da artarak sınıflamada aşırı kireçli sınıfına girmektedir.

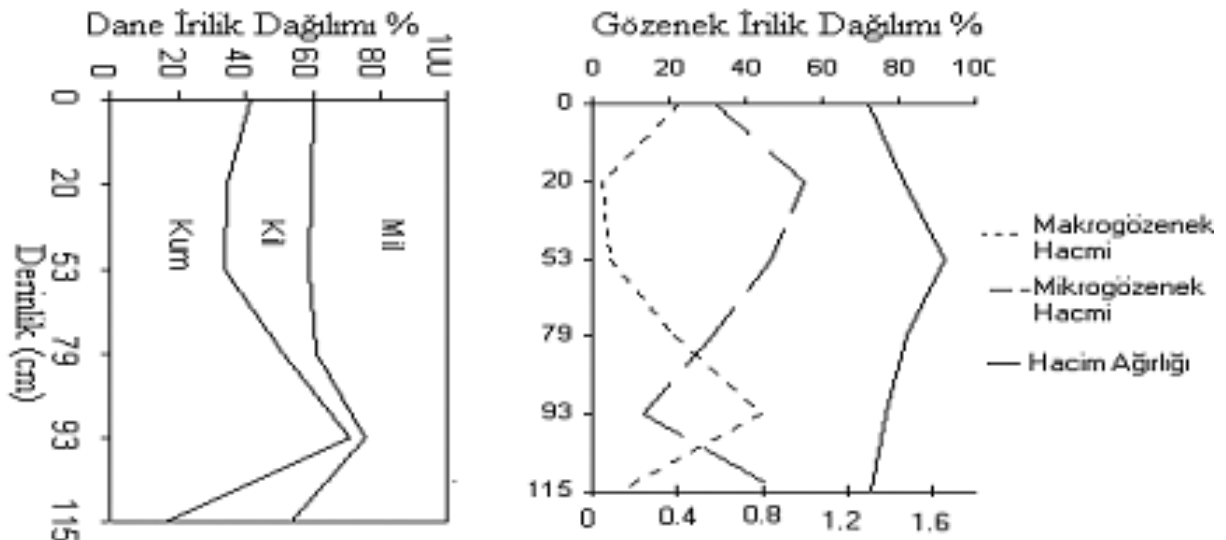
Çalışma alanının organik madde içerikleri Yenipazar ve Bağarası profillerinin üst horizonlarında düşük olup diğer horizonlarında çok düşük, Yuvacık profilinde ise pulluk derinliğine kadar olan ilk üç horizonlarda yeterli sınıfına girmektedir (Jackson, 1967 ve Hesse, 1971).

Değişebilir katyonlardan $\text{Ca}^{++}+\text{Mg}^{++}$ serilerde oldukça yüksektir. Değişebilir K^+ miktarı ise 0.12 ile 0.90 me/100 gr arasında değişmektedir. Değişebilir Na^+ miktarı ise 0.46 ile 3.45 me/100 gr arasında değişmektedir. Serilerin katyon değişim kapasiteleri her iki serinin de kil içeriklerinin birbirine çok yakın değerler göstermesi ile paralel olarak benzer değerler göstermektedir.

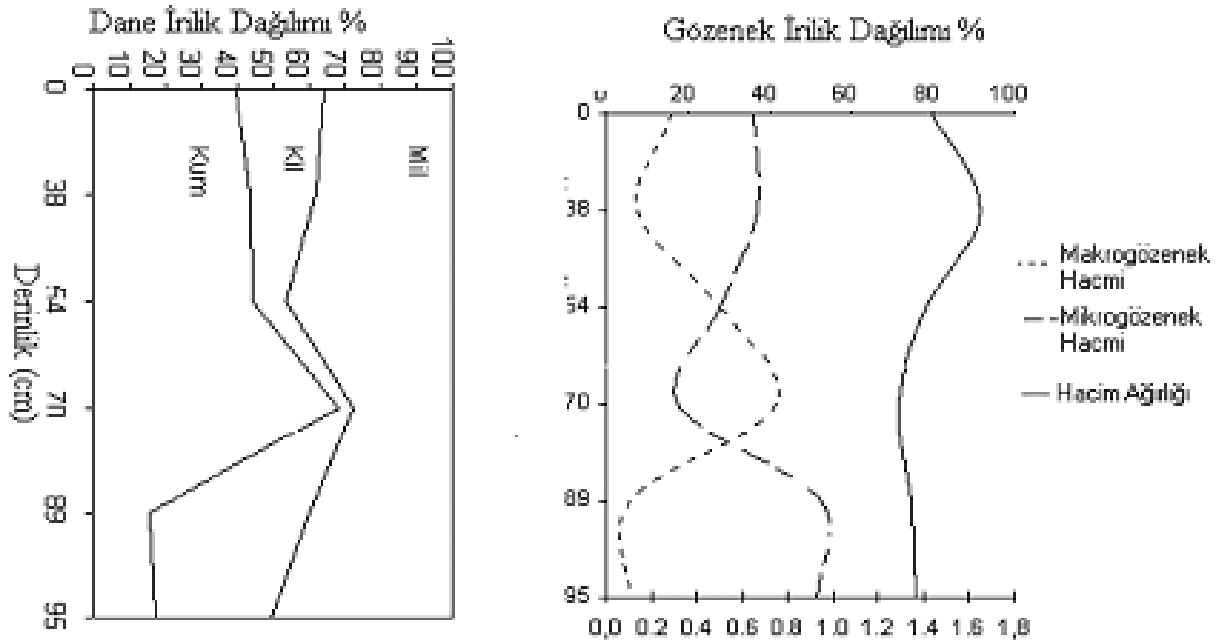
Her iki seride profil boyunca kum silt ve kil içerikleri heterojen bir değişim göstermektedir.

Toprağın fiziksel durumunun iyi bir göstergesi olarak kabul edilen hacim ağırlığı değerleri 1.29 1.65 g/cm^3 arasında değişmektedir. Hacim ağırlığı değerleri serilerin her iki profilinde de yüzey horizonlardan alt horizonlara doğru artmaktadır. Şekiller incelendiğinde serilerin her ikisinde de 20-60 cm derinlikteki hacim ağırlığı değerleri bir anda artmakta 60 cm'den sonra tekrar azalma göstermektedir. Bu durum 20-60 cm derinlikleri arasında bir yoğunlaşmanın var olduğunu göstermektedir.

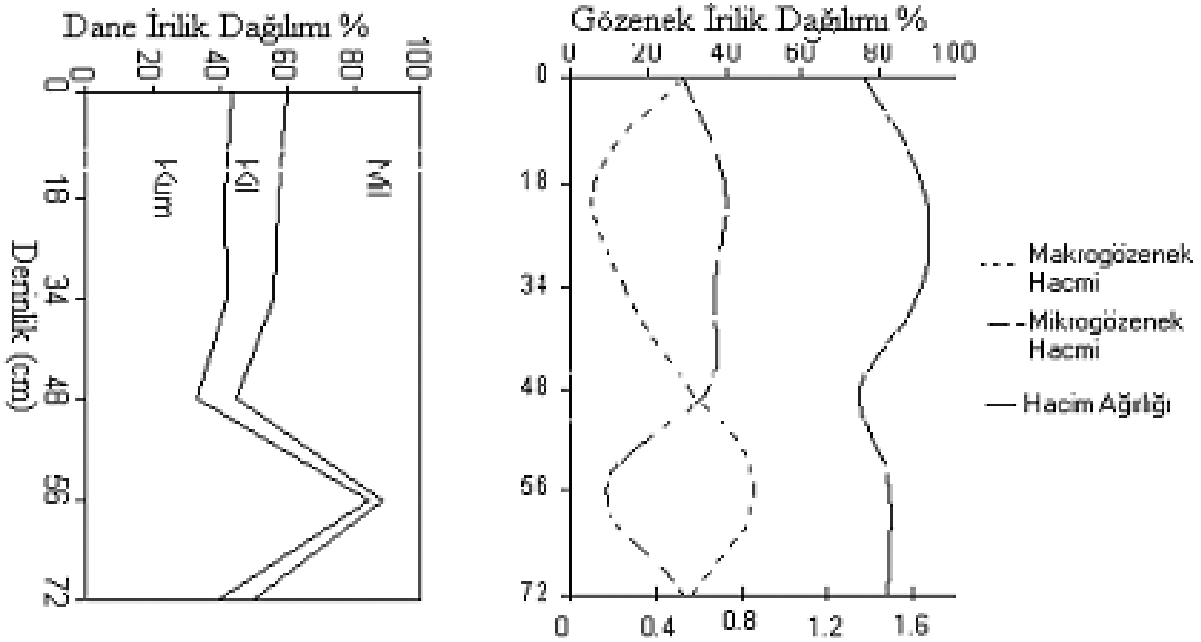
Serilere ait sabit yük altında doymuş hidrolik iletkenlik değerlerine bakıldığında Büyük Menderes



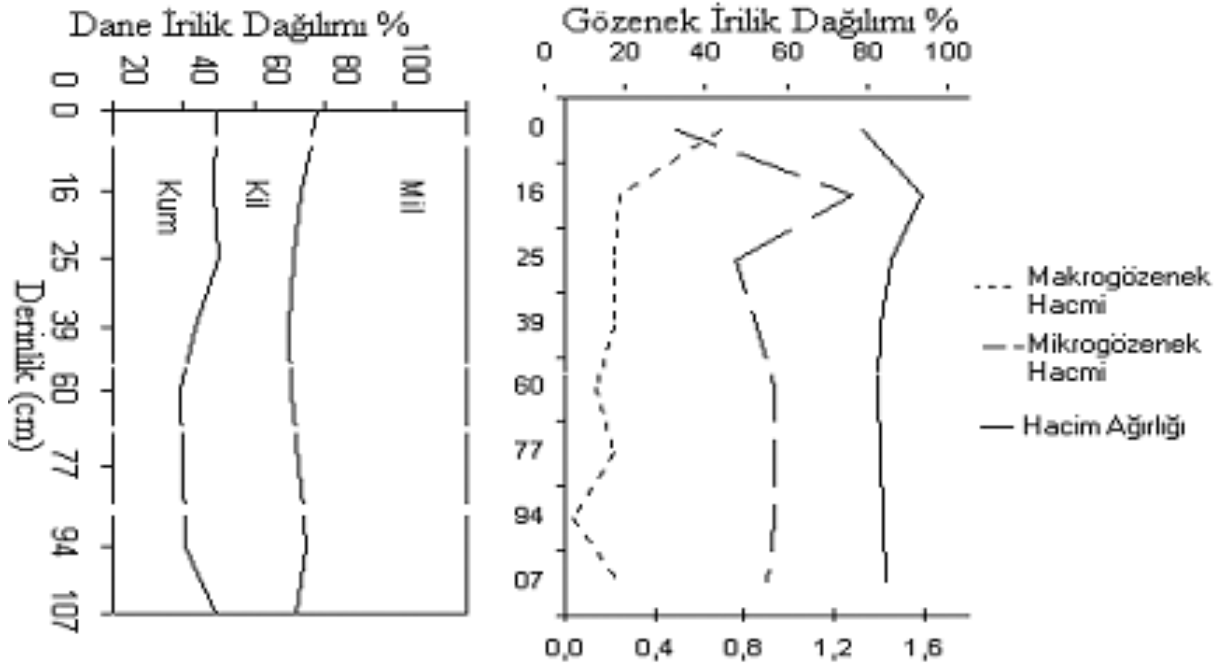
Şekil 1. B. Menderes Serisi Yenipazar Profiline Ait Dane İrilik Dağılımı, Gözenek Hacmi ve Hacim Ağırlığının Derinlikle Değişimi



Şekil 2. B. Menderes Serisi Turtay Profiline Ait Dane İriilik Dağılımı, Gözenek Hacmi ve Hacim Ağırlığının Derinlikle Değişimi



Şekil 3. Köşk Serisi Bağarası Profiline Ait Dane İriilik Dağılımı, Gözenek Hacmi ve Hacim Ağırlığının Derinlikle Değişimi



Şekil 4. Köşk Serisi Yuvacık Profiline Ait Dane İriilik Dağılımı, Gözenek Hacmi ve Hacim Ağırlığının Derinlikle Değişimi

Çizelge 1. Toprakların Fiziksel ve Hidrolojik Özelliklerine Ait Korelasyon Katsayıları.

| | Hacim Ağırlık | Toplam Gözenek | Mikro Gözenek | Makro Gözenek | Toprak Kil İçeriği | Yarayışlı Su | Tarla Kapasite | Hidrolik Geçirgenlik |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------------|--------------|----------------|----------------------|
| Hacim Ağırlık | 1 | | | | | | | |
| Toplam Gözenek | -0.774** | 1 | | | | | | |
| Mikro Gözenek | 0.195 | -0.067 | 1 | | | | | |
| Makro Gözenek | -0.321 | 0.393* | -0.853** | 1 | | | | |
| Toprak Kil İçeriği | -0.182 | 0.094 | 0.867** | -0.802 | 1 | | | |
| Yarayışlı Su | 0.172 | -0.067 | 1 | -0.853** | 0.768** | 1 | | |
| Tarla Kapasite | -0.019 | 0.046 | 0.965** | -0.802** | 0.884** | 0.961** | 1 | |
| Hidrolik Geçirgenlik | -0.254 | 0.124 | -0.588** | 0.550** | -0.564** | -0.588** | -0.626** | 1 |

*: 0.05 düzeyinde anlamlı

** : 0.001 düzeyinde anlamlı

serisine ait profillerde değerler 0.70 ile 1.99 cm/sa arasında değişmekte olup bütün horizonlar orta yavaş sınıfına girmektedir. Köşk serisine ait profiller için bu değerler 0.40 ile 5.50 cm/sa arasında değişmekte olup Köşk Bağarası profili horizonları orta değerde geçirgenlik gösterirken yuvacık profili bünye ile ilişkili olarak orta yavaş ve yavaş sınıflamasına girmektedir.

Serilerde açılan profillerde ara kum katmanları hariç makro gözenek hacmi yüzdesi profil derinliğine inildikçe yer yer çok düşük değerler göstermektedir. Özellikle sıkışmış ara katmanlar nedeniyle kapillar gözenek devamlılığının bozulması suyun daha alt katmanlara süzülmesini engelleyeceğinden toprağa

kısa süre içerisinde çok fazla suyun verilmesi ile yüzeyde bir göllenmeye neden olabilir.

Makro gözenek miktarı her iki serinin A horizonlarında göreceli olarak yüksek olup yüzey altı horizonlarda kil içeriğinin ve hacim ağırlığındaki artışlar nedeniyle makro gözenek miktarları oldukça azalmaktadır. Araştırma konusu olan serilerde yıllardır bilinçsiz tarım yapılması, toprakların 20-60 cm arasındaki horizonların yoğunlaşmasına neden olması sonucu suyun bitki besin elementlerinin, havanın ve köklerin rahat hareket etmesini sağlayan makro gözenek oranları oldukça düşük bulunmuştur.

Toprak serilerinin fiziksel ve hidrolojik özelliklerini saptamak için yapılmış

laboratuvar analizleri sonuçları, grafiklere dökülmüş ve bu değerler MSTAT istatistik programında değerlendirilmiştir.

Toprakların kil içeriği ile 2.54 pF deki havalanma gözenekleri arasında ($r= 0.768^{**}$) düzeyinde önemli logaritmik bir ilişki saptanmıştır.

Kil içeriği ile toplam gözeneklilik arasındaki ilişki bulunamamıştır. Ancak analizlerden elde edilen sonuçlarda genel olarak hacim ağırlığı arttıkça makro gözenek yüzdesinin gittikçe azaldığı gözlenmiştir.

Toplam gözeneklilik ile hacim ağırlığı arasında negatif yönde bir ilişki mevcuttur. Hacim ağırlığı arttıkça gözeneklilik azalmaktadır.

Kil içeriği ile makro gözeneklilik arasında negatif yönde logaritmik bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r = -0.802^{**}$). Yani toprakta kil içeriğinin artışı ile birlikte makro gözeneklilik azalmaktadır. Hacim ağırlığı arttıkça makro gözeneklilik azalmaktadır. Buradan toprakta sıkışma arttıkça toprağın fiziksel özelliklerinin bozulduğu anlaşılmaktadır.

Toprak kil içeriği ile mikro gözeneklilik arasında doğrusal bir ilişki ($r=0.768^{**}$) bulunmuştur.

Hacim ağırlığı ile mikro gözeneklilik arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Hidrolik geçirgenlik ile su tutma kapasitesi arasında negatif logaritmik bir ilişki saptanmıştır ($r=-0.626^{**}$).

Hidrolik iletkenlik ile hacim ağırlık arasındaki bir ilişki bulunamamıştır.

Hidrolik iletkenlik ile makro gözeneklilik arasında pozitif logaritmik bir ilişki bulunmuştur. ($r=0.550^{**}$)

Hidrolik iletkenlik ile mikro gözeneklilik arasında negatif yönde logaritmik bir ilişki bulunmuştur. ($r=-0.588^{**}$).

Hidrolik iletkenlik ile yarayıslı su arasında negatif yönde logaritmik bir ilişki saptanmıştır. ($r= -0.588^{**}$). Bulunan bu sonuç ani sağanak yağışla veya toprağa bir anda fazla sulama suyu verilmesiyle oluşacak olan göllenme olayını desteklemektedir.

Yapılan istatistiksel analizlerde hidrolik iletkenlik ile % organik madde içeriği ve hidrolik iletkenlik ile % toplam kireç arasındaki ilişkiler bulunamamıştır. Ayrıca hidrolik iletkenlik ile toplam gözeneklilik kullanılan söz konusu serilerin fiziksel ve hidrolojik özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkileri istatistiksel sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

KAYNAKLAR

Altınbaş, Ü., Türk, H., Seçmen, Ö., Kurucu, Y., Bolca, M., Delibacak, S., Çokuysal, B., Türk, T., 1999. Ege Bölgesi Örneğinde Büyük Menderes Havzası Batı Bölümü Arazilerinin Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Toprak Taksonomisi İle Arazi Kullanım Haritalarının Yapılabilirliği Üzerine Araştırmalar E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü Bornova, İzmir. Proje No: 96DPT-01.

- Bouyoucos, G. J., 1952. A. Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron Jour. 43. S. 434-438.
- Bouma, D. 1982. A Field Measurement of Soil Hydraulic Properties Characterising Water Movement Through Swelling Clay Soils Journal of Hydrology. 45, 149-158.
- Bower, C. A. and Wilcox, LV., Soluble Salts. Methods of Soil Analysis Part 2. Amer. Soc. Of Agron. Inc., Publisher Madison, Wisconsin.
- Çağlar, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:10.
- Devlet İstatistik Enstitüsü, 1984. Tarımsal Yapı ve Üretim. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Ankara
- Gardener, W. H., 1965. Water Content Method of Soil Analysis Part 1. 82-127 Amer. Soc. Of Agron. Inc., Publisher Madison, Wisconsin U.S.A.
- Hesse, P. R. 1971. A Textbook of Soil Chemical Analysis, PP. 216-245.
- Hillel, D. 1971. Soil and Water, Physical principles and processes Academic Press. New York and London.
- Jackson, M. L. 1967. Soil Chemical Analysis Prentice Hall of India Private Limited New Delhi p. 498.
- Jorajuria, D., Draghi, L., 2000. Overcompaction of Agricultural Soil. Part I: Differential Influence of Axle Load and Number of Passes. Revista Brasileira de Engenharia Agricola Agricola e Ambiental. 4: 3, 445-45.
- Klute, A., 1965. Laboratory Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Soil. In. C. A. Black Methods of soils. Analys Part 1., Agronomy Series. No:9 Wisconsin USA.
- Majdumar, SP., Meena, RL. and Baghe, L., 2000. GDS Effect Of Levels Of Compaction And Potassium On Yield And Quality Of Tomato And Chilli Crops Grown On Highly Permeable Soils. Journal of the-Indian Society of Soil Science. 48: 2, 215-220.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept of Agr. Handbook. 60.
- Yavuzcan, H. G. 2000. Effects of Tillage System and Traffic on Soil Properties. AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 31: 3, 24-30.
- Yeşilsoy, M. Ş., 1976. Toprak Fiziği (Çeviri) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları : 116, Ders Kitabı 11, Ankara.
- Yeşilsoy, M. Ş., Güzelış, İ., 1966. Toprakta Özgül Ağırlık ve Hacim Ağırlığı Tayin Metotları, T.C. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Gen. Müd. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları Sayı : 15, ANK:14 S.

Geliş Tarihi : 10.11.2003

Kabul Tarihi : 27.04.2004