

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ TOPRAKLARININ
SULAMA YÖNÜNDEN BAZI FİZİKSEL VE HİDROLİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Zir.Müh. Dursun BÜYÜKTAŞ

T697/1-1

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 18.01.1994
Tezin Savunulduğu Tarih : 01.03.1994
Tez Danışmanı : Prof.Dr. Feridun HAKGÖREN
Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr.Ruhi BAŞTUĞ
Doç.Dr.Mustafa KAPLAN

MART 1994

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÇİZELGE LİSTESİ.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ.....	4
2.1. Toprak Suyu.....	4
2.1.1. Toprakta Suyun Tutulması.....	4
2.1.2. Toprak Suyu Çeşitleri.....	6
2.2. Toprak Suyunun Hareketi.....	10
2.2.1. Porozite.....	10
2.2.2. Toprakta Suyun Hareketi ve Hidrolik İletkenlik.....	12
2.2.3. İnfiltrasyon.....	16
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.1.1. Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler.....	22
3.1.2. Toprak Örneklerinin Alındığı ve İnfiltrasyon Hızlarının Ölçüldüğü Yerler.....	25
3.1.3. Örnek Almada Kullanılan Araçlar....	25
3.1.3.1. Bozulmuş ve Bozulmamış Toprak Örneklerinin Alını- şında Kullanılan Araçlar..	25
3.1.3.2. İnfiltrasyon Hızlarının Belirlenmesinde Kullanılan Araçlar.....	27
3.1.3.3. Hidrolik İletkenliğin Ta- yininde Kullanılan Araçlar..	27
3.1.3.4. Toprak Karakteristik Eğri- lerinin Belirlenmesinde Kullanılan Araçlar.....	27

	<u>Sayfa No</u>
3.2. Metot.....	28
3.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Metotlar.....	28
3.2.1.1. Bozulmamış Toprak Örnekle- rinin Alınışı.....	28
3.2.1.2. Bozulmuş Toprak Örnekle- rinin Alınışı.....	28
3.2.1.3. İnfiltrasyon Hızlarının Belirlenmesi.....	29
3.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Metotlar.....	29
3.2.2.1. Fiziksel Analiz Metotları..	29
3.2.2.1.1. Bünye Tayini....	29
3.2.2.1.2. Hacim ve Özgül Ağırlık Tayini..	29
3.2.2.1.3. Toprak Karekte- ristik Eğrileri- nin Belirlenmesi	29
3.2.2.1.4. Hidrolik İlet- kenlik Tayini..	30
3.2.2.2. Kimyasal Analiz Metotları.	30
3.2.2.2.1. Karbonat Tayini.	30
3.2.2.2.2. Organik Madde Tayini.....	30
3.2.2.2.3. Toprak Reaksi- yonu Tayini....	30
3.2.2.2.4. Elektriksel İlet- kenlik Tayini...	30
3.2.3. Büro Çalışmalarında Uygulanan Metotlar.....	31
3.2.3.1. İnfiltrasyon Hızı Denemele- rinin Değerlendirilmesi....	31
3.2.3.2. Toprak Örneklerinin Porozi- telerinin Hesaplanması.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları.....	32
4.1.1. Bünye.....	32

	<u>Sayfa No</u>
4.1.2. özgül Ağırlık.....	32
4.1.3. Hacim Ağırlığı.....	34
4.1.4. Porozite.....	35
4.1.5. Gözeneklerin Büyüklüklerine Göre Dağılışı.....	36
4.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları.....	37
4.2.1. Organik Madde.....	37
4.2.2. Kireç.....	40
4.2.3. Elektriksel İletkenlik.....	41
4.2.4. Toprak Reaksiyonu.....	42
4.3. Toprak-Su İlişkileri.....	43
4.3.1. İnfiltrasyon.....	43
4.3.2. Toprak Karakteristik Eğrileri.....	46
4.3.3. Hidrolik İletkenlik.....	49
5. ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	64
TEŞEKKÜR.....	65
EKLER.....	66

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa No</u>
2.1.	Değişik Topraklara Ait Gerçek Infiltrasyon Değerleri.....	21
3.1.	Araştırma Alanına İlişkin Meteorolojik Veriler.....	24
4.1.	Toprak örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	33
4.2.	Toprak örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	38
4.3.	Toprakların Organik Madde Miktarının Sınıflandırılması.....	39
4.4.	Toprakların Kireç Miktarına Göre Sınıflandırılması.....	40
4.5.	Tuz Kapsamına Göre Toprakların Durumu...	41
4.6.	Toprakların pH Değerlerine Göre Reaksiyonları.....	42
4.7.	Araştırma Alanı Topraklarının Infiltras- yon Hızı ve Yığışımli Infiltrasyon Denklemleri.....	44
4.8.	Toprakların Infiltrasyon Hızlarına Göre Sınıflandırılması.....	45
4.9.	Çeşitli Tansiyonlarda Tutulan Su Miktarları.....	47
4.10.	USDA-SCS'ye Göre Permeabilite Sınıfları.	49

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa No</u>
3.1.	Toprak örneklerinin Alındığı ve Infiltrasyon Testlerinin Yapıldığı Yerler.....	23
3.2.	Dört Numaralı Profilin Genel Görünüşü.	26
3.3.	Beş Numaralı Profilde Taban Suyunun Durumu.....	26
3.4.	Çift Silindirli Infiltrometrelerin Arazide Kullanılışı.....	27
4.1.	Bir Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri.....	67
4.2.	İki Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri.....	67
4.3.	Üç Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri.....	68
4.4.	Dört Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri.....	68
4.5.	Beş Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri.....	69
4.6.	Bir ve İki Numaralı Profillere Ait Infiltrasyon Hızı ile Yığışımli Infiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi.....	70
4.7.	Üç ve Dört Numaralı Profillere Ait Infiltrasyon Hızı ile Yığışımli Infiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi.....	71
4.8.	Beş Numaralı Profile Ait Infiltrasyon Hızı ile Yığışımli Infiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi....	72
4.9.	Bir numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri.....	73
4.10.	İki Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri.....	74

	<u>Sayfa No</u>
4.11. Üç Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri.....	75
4.12. Dört Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri.....	76
4.13. Beş Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri.....	77

AKDENİZ TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ TOPRAKLARININ SULAMA YÖNÜNDEN
BAZI FİZİKSEL VE HİDROLİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Dursun BÜYÜKTAŞ
(Yüksek Lisans Tezi)

Bu çalışma, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü topraklarının önemli fiziksel ve hidrolik özelliklerini belirlemek ve bu özellikler arasındaki ilişkileri saptayarak Enstitü topraklarında çalışacak araştırmacılara temel verileri sunabilmek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, DSI tarafından Aşağı Aksu Projesi Aksu Ovası Detaylı Arazi Tasnif Haritasındaki toprak sınıflarına uygun olarak beş ayrı yerde açılan toprak profillerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Toprakların kil içerikleri % 22.84 ile % 46.48, silt içerikleri % 27.98 ile % 50.28 ve kum içerikleri % 13.52 ile % 35.52 arasında değişmekte olup, topraklar bünye bakımından orta ve ince bünye sınıfına girmektedir.

Özgül ağırlık değerleri 2.51 ile 2.74; hacim ağırlığı değerleri ise 1.230 ile 1.690 gr/cm³ arasında değişiklik göstermektedir.

Toprakların özgül ağırlık ve hacim ağırlığı değerlerinden hesaplanan porozite değerleri % 36.70 ile % 51.00 arasında değişmektedir.

Gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı kaba, orta ve ince olmak üzere sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, incelenen örneklerde kaba gözenek hacmi toplam hacmin % 2.70 ile % 20.23, orta gözenek hacmi % 8.82 ile % 17.09 ve ince gözenek hacmi % 14.49 ile % 26.78'ini oluşturmaktadır.

Toprakların organik madde içerikleri % 0.765 ile % 2.470 arasında değişmekte olup, toprakların % 58.8'inin organik madde miktarı az, % 41.2'sinin ise orta düzeydedir.

Toprakların kireç miktarları % 24.95 ile % 32.66 arasında değişmekte olup, tamamı aşırı kireçli sınıfa girmektedir.

Araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik değerleri 111.8 micromhos/cm ile 829.6 micromhos/cm arasında olup, buna göre toprakların tamamının toplam tuz yüzdesi 0.00-0.15 arasında değişmektedir. Tuz içeriklerine göre toprakların tamamı tuzsuz toprak sınıfına girmektedir.

Toprakların pH değerleri 7.37 ile 8.05 arasında değişmektedir. Topraklar pH değerlerine göre sınıflandırıldığında % 35'i hafif alkali, % 65'i ise orta derecede alkali sınıfına girmektedir.

Toprakların sabit infiltrasyon hızları 0.6 cm/saat ile 2.45 cm/saat arasında değişmektedir. Infiltrasyon hızlarına göre yapılan sınıflandırmada ise toprakların "orta derecede yavaş" sınıfa girdiği görülmektedir.

Farklı emme kuvvetlerinde tutulan su miktarları bünyeye bağlı olarak değişiklik göstermekte olup; tarla kapasitesi ve solma noktası ile kil içeriği arasında pozitif ($r=0.77$ ve $r=0.57$), tarla kapasitesi ve solma noktası ile kum içeriği arasında negatif ($r=-0.75$ ve $r=-0.54$) bir ilişki bulunmaktadır.

Toprakların hidrolik iletkenlikleri, 0.62 cm/saat ile 4.25 cm/saat arasında değişmektedir. Topraklar hidrolik iletkenlik değerlerine göre sınıflandırıldığında, % 65'inin "orta yavaş", % 35'inin ise "orta" geçirgenliğe sahip olduğu görülmektedir.

ANA BİLİM DALI: TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA

JÜRİ : Prof.Dr. Feridun HAKGÖREN (Danışman)

Doç.Dr.Ruhi BAŞTUĞ

Doç.Dr.Mustafa KAPLAN

YIL : 1994

SAYFA: 77

A RESEARCH ON DETERMINATION OF SOIL PHYSICAL AND HYDRAULIC
PROPERTIES IN AKDENIZ AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Dursun BÜYÜKTAŞ
(M.S. Thesis)

In this study, it was aimed to determine the physical and hydraulic properties of soils of Institute of Akdeniz Agricultural Research and to prepare the basic data for the future researchers who study on the soils of the Institute.

The research area is located on the Antalya-Alanya highway. It is surrounded by Aksu river in the south and east and by Tehnelli creek in the west. The area consist of about 1850 dekar of land. The soil of Antalya region have been formed in the Quaternary time and classified as alluvial soils which were azonal soil order according to the soil genesis.

Yearly average temperature, rainfall, and transpiration in the region are 18.4 °C, 1068.2 mm, and 1445.8 mm, respectively.

To achive the purpose, soil profiles were dug out in five different points considering the Detailed Soil Map of Aksu Plain prepared by D.S.I. Disturbed and undisturbed soil samples from the profiles were taken and analyzed in the laboratory. After the study, the fallowing conclusion were drown;

The amount of clay, silt and sand are between 22.84-46.48 %, 27.98-50.28 % and 13.52-35-52 %, respectively. The texture of the soils can be classified as fine and medium fine according to the soil triangle.

Particle densities of the soils differs from 2.51 to 2.74 while bulk densities are between 1.23-1.69 gr/cm³.

The porosity of the soils were calculated from the relationship between particle density and bulk density and ranged from 36.70 to 51.00 %.

The soil pores were classified as coarse, medium and fine. The percentage distributions of pore in total pore space are 2.70-20.23 % for coarse, 8.82-17.09 % for medium and 14.49-26.78 % for fine.

The amount of organic matter of the soils vary from 0.768 to 2.470 %. The 58.8 percent of organic matter in the soil is low, 41.20 % of that is moderate.

The values of electrical conductivity of the soil samples range from 111.8 to 829.6 micromhos/cm which indicate that the total salts percent of the samples are between 0.00 and 0.15. The salt content of the soil is low.

The pH values changes from 7.37 to 8.05. When the soils classified according to their pH values, 35 % of the soil samples are low alkali, 65 % of that are moderately alkali.

Steady infiltration rates differ from 0.6 cm/hour to 2.45 cm/hour which are moderately low.

The amount of the water hold by different suctions in the soil is related to the texture of the soil. There are positive correlation between field capacity and clay content and between wilting point and clay content. There are negative correlation between field capacity and sand content and between wilting point and sand content.

Hydraulic conductivity of the soils changes from 0.62 cm/hour to 4.25 cm/hour. When the soils classified according to their hydraulic conductivity values, 65 percent of the soil samples are moderately low and 35 percent of that are moderate.

DEPARTMENT : FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

COMMITTEE : Prof.Dr. Feridun HAKGÖREN (Adviser)

Assoc.Prof.Dr.Ruhi BAŞTUĞ

Assoc.Prof.Dr.Mustafa KAPLAN

YEAR : 1994

PAGES: 77

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun gıda maddesi ihtiyaçlarını karşılamak için yaygın bir biçimde araştırmalar yapılmaktadır. Dünya üzerinde tarım yapılabilecek alanlar belirli ve sınırlı olduğundan, yapılan araştırmalar, birim alandan alınacak verimin nasıl arttırılacağı konusunda yoğunlaşmaktadır.

Ülkemizde bugün, arazi kullanma kabiliyet sınıfına göre işlemeye elverişli arazi miktarı 26.3 milyon hektar, işlenen araziler ise 27.7 milyon hektar civarında bulunmaktadır (Tekinel ve Ark., 1991). Görüldüğü üzere, ülkemizde işlenebilir arazi miktarı aşılmış olup, bundan sonra yeni tarım arazileri açılarak tarım arazisi kazanımı mümkün olamayacaktır. Bu nedenle ülkemiz açısından da, araştırmalar tarımsal verimliliği arttırma konusuna yönelmekte, birim alandan alınacak kaliteli ürün miktarını arttırmanın yolları aranmaktadır.

Sulama, iyi tohumluk, gübreleme, zararlılarla mücadele ve mekanizasyon gibi üretimi arttırmaya yönelik önlemlerin iyi bir şekilde uygulanabilmesi için toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Toprağın fiziksel özelliklerinin gerek ekim döneminde gerek gelişme döneminde bitkiler üzerinde etkili bir faktör olduğu artık bilinen bir gerçektir.

Toprakların tarımsal ve mühendislik çalışmaları yönünden incelenmesi için özellikle katı-sıvı-gaz fazlarının birbiriyle etkileşiminin bilinmesinde zorunluluk vardır. Gübreleme, sulama, tarımsal mücadele ve iyi tohumluk kullanılması gibi verimi arttırıcı bazı uygulamaların yerine getirilmesine karşın, toprağın fiziksel özelliklerinden kaynaklanan kısıtlayıcı

etmenler çoğu zaman verimin beklenen düzeye ulaşmasını engellemektedir. Bu durumda tohum yatağı ile gelişen bitkinin köklerinin yayıldığı toprağın katı-sıvı-gaz fazları arasındaki farklılıklar gelişme dönemi içerisinde bitkilerin beslenmesinde önemli düzeyde etkili olmaktadır (Yeşilsoy ve Ark., 1984).

İyi tohum ve yeterli bitki besin maddelerinin bulunduğu hallerde ürünü sınırlayıcı faktörler iklim şartları ile toprakların fiziksel durumlarıdır. Bu bakımdan iklimin etkisi bir yana bırakıldığında, toprağın fiziksel özelliklerinin bilinmesi zorunlu olmaktadır (Yeşilsoy, 1968). Çünkü, tarımsal bitkilerin hemen tümü, gerek duydukları suyu geliştirdiği toprak ortamından almaktadır. Bu nedenle suyun bitki tarafından alınmadan önce karşılaştığı toprak özellikleri büyük önem taşımaktadır.

Genel bir değerlendirme ile toprağın, mineral madde, organik madde, su ve hava olmak üzere dört ana bileşenden oluştuğu kabul edilir. Tüm bu bileşenler toprakta su hareketi, bitki besin maddelerinin alınabilirliği ve toprağın fiziksel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır.

Toprağın en önemli fiziksel özelliği bünyesidir. Topraktaki kil, silt ve kum büyüklüğündeki parçacıkların birbirine oranı olarak tanımlanabilecek bünye, toprağın diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde de etkilidir.

Bitkilere yarayışlı suyun miktarı üzerinde toprak tanelerinin büyüklüğünün önemli etkisi vardır. Tarla kapasitesi (1/3 Atm.) ile solma noktası (15 Atm.) arasında tutulan su olarak tanımlanabilecek yarayışlı su, bünye incelidikçe artış göstereceğinden, bitki gelişimi bakımından önemli olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü topraklarının önemli fiziksel ve hidrolik özelliklerini belirlemek ve bu özelliklerin birbiriyle ilişkisini saptayarak Enstitü topraklarında çalışacak araştırmacılara temel verileri sunabilmektir.

Araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümü oluşturan girişten sonra, ikinci bölümde önceki çalışmalar gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde materyal ve metot açıklanmıştır. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular ve tartışması verilmiştir. Beşinci bölümde araştırma sonuçlarına göre Enstitü topraklarına ilişkin önerilerde bulunulmuştur. Çalışmanın sonunda kaynaklar, teşekkür ve özgeçmiş yer almıştır.

2. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Araştırmanın amacı, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü topraklarının fiziksel ve hidrolik özelliklerinin belirlenmesi olduğundan, ilgili literatür toprakta suyun tutulması, toprak suyu çeşitleri, porozite, toprakta suyun hareketi ve hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon konuları içerisinde gözden geçirilmiştir.

2.1. Toprak Suyu

2.1.1. Toprakta Suyun Tutulması

Suyun toprak içinde yerçekimi kuvvetine karşı tutulmasında rol oynayan iki önemli kuvvet adhezyon ve kohezyon kuvvetleridir (Akalan, 1983). Kohezyon benzer moleküller arasındaki çekim kuvveti, adhezyon ise benzer olmayan moleküller arasındaki çekim kuvvetleridir (Yeşilsoy ve Aydın, 1991).

Toprakta suyun tutulması ve hareketi, termodinamik prensiplere dayanan toprak su potansiyeli ile açıklanır (Bouma, 1977). Termodinamik olarak, bu enerji potansiyeli, toprak suyu ile standart su arasındaki özgül serbest enerji farkı olarak tanımlanır (Hillel, 1980a).

Doymamış toprakta su, kapillar ve adsorptif kuvvetler tarafından tutulur. Burada atmosferik basınç referans seçildiğinde, eşdeğer hidrostatik basınç referans durumdan daha küçük olduğu için enerji potansiyeli negatiftir (Hillel, 1980a).

Kapillar bir boruda suyun yükselmesi $h=(2\sigma)/(r\delta g)$ formülü ile ifade edilir (Baver ve Gardner, 1972). Burada, σ yüzey gerilimi, r kapillar borunun çapını, δ suyun yoğunluğunu, g yer çekimi ivmesini ifade etmektedir.

Negatif basınçla toprak suyu arasındaki ilişkiyi gösteren eğri çok önemli bir fiziksel özelliktir ve toprak nem çekilme eğrisi veya toprak nem karakteristik eğrisi olarak bilinirler (Bouma, 1977).

Toprak su potansiyelinin eş değer su yüksekliği olarak ifade edilmesi 10.000 veya 100.000 cm gibi yüksek rakamlara ulaşabilir (Bouma, 1977). Bunu ortadan kaldırmak için bu değer, söz konusu emmeyi (tansiyonu) sağlayan su kolonunun santimetre olarak yüksekliğinin on tabanına göre logaritması (pF) olarak tanımlanır (Slater, 1935).

Arya ve Paris (1981), parçacık büyüklük dağılımı, hacim ağırlığı ve özgül ağırlık parametrelerinden yararlanarak toprak nem karakteristiklerini tahmin için bir model geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, anılan modelden elde edilen değerler ile deneysel değerler arasında çok yakın bir ilişki olduğunu göstermişlerdir.

Haverkamp ve Parlange (1986), laboratuvar ve tarla koşullarında kumlu topraklarda, yığışımlı parçacık büyüklük dağılımından toprak su karakteristik eğrilerini tahmin eden bir model geliştirmişlerdir.

Yeşilsoy ve Ark. (1984), Seyhan, Berdan Göksu ovalarında dokuz toprak serisinden alınan örneklerde, su tutma karakteristikleri ile diğer fiziksel özellikler arasındaki ilişkileri incelemişler, serilerin bazı toprak özellikleri ile kil ve kum içerikleri arasında önemli ilişkiler bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Toprak su potansiyeli, farklı toprak tekstürleri için, su içeriğine bağlı olarak eğrisel bir değişime göstermektedir. Deneyimler toprak tekstürünün çoğu tarımsal toprakların su tutma kapasitelerini belirlemede oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Saxton ve Ark., 1986).

Kil içeriği ve ince gözeneklerin miktarı arttıkça herhangi bir basınçtaki su içeriği de artmakta ve eğrinin eğimi yavaş yavaş azalmaktadır (Bouma, 1977).

Petrova ve Ark. (1987), iki boyutlu olasılık yöntemini kullanarak toprak su içeriği ve toprak su potansiyeli arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Benzer şekilde, Cosby ve Ark (1984), toprağın hidrolik davranışının belirleyicisi olarak kalitatif tanımlayıcıların kullanılabilirliğini değerlendirmişler, toprak bünyesindeki değişkenliğin toprak nem parametrelerindeki değişkenlikle çok yakın ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tekstür, toprak karakteristik (su çekilme) eğrisinin şeklini ve pozisyonunu etkileyen temel toprak özelliğidir. Organik madde ise, toprak karakteristik eğrisinde kırılmanın (kivrimin) olduğu noktadaki su içeriğini etkiler. Toprak zonunun ve uzun yıllar arazi kullanmanın su çekilme eğrisi üzerinde çok az etkisi vardır (De Jong ve Ark., 1983).

2.1.2. Toprak Suyu Çeşitleri

Toprak su içeriği, yeryüzünün enerji dengesini etkileyen birçok doğal olayda önemli bir rol oynar. Evaporasyon, infiltrasyon, suyun drene olması, gazların difüzyonu, ısı iletimi ve tuzların hareketi toprakta bulunan su miktarına bağlıdır (Biswas ve Ark., 1966).

Sulama alanında çalışan araştırmacıların, bitkinin etkin kök derinliğini, kök bölgesi derinliğindeki toprağın su tutma kapasitesini, belirli bir zamanda kök bölgesindeki kullanılabilir suyun miktarını ve bu miktardaki günlük değişimi bilmeleri gerekir (Scofield, 1945). Tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su kapasitesi olarak adlandırılan toprak nem

sabiteleri, su gereksiniminin hesaplanması, sulama programlarının oluşturulması, bitkinin sulamaya olan tepkisinin tahmini ve arazi kullanımı için toprak uygunluğunun belirlenmesinde önemli parametrelerdir (Dahiya ve Ark., 1988).

Toprakta suyun durumunu iki temel grupta toplamak mümkündür: 1) Bitkiler tarafından kullanılmayan su, 2) Kullanılabilir su. Kullanılmayan su toprak tarafından kuvvetlice tutulan, serbest olarak hareket edemeyen veya bitki kökleri tarafından alınamayan, ancak buhar olarak bulunan su olarak tanımlanır. Kullanılabilir su ise, yerçekimi ile veya kapillar kuvvetlerle serbestçe hareket edebilen veya bitki kökleri tarafından absorbe edilebilen sudur (Scofield, 1945).

Shockly (1955), kullanılabilir (yararlı) nemin solma noktası ile tarla kapasitesi arasındaki derinlik olarak ifade edilebilen su kapasitesi olduğunu belirtmektedir.

Rasyonel bir sulama için toprağa verilecek suyun üst sınırını tarla kapasitesi (T.K) ve alt sınırını ise geçici solma noktası (G.S.N) oluşturmaktadır. Bu iki kavramın tanımını yapmak basit ancak değerini saptanmak oldukça güçtür. Onun için daha basit ve kolay saptanabilir sınırların belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla toprağın higroskopik su değeri kullanılabilir. Higroskopik su ise, mutlak kuru bir toprağın belirli neme sahip havadan bünyesine bağlayabildiği su miktarıdır ve kuru toprağın yüzdesi olarak ifade edilir (Özdengiz, 1992).

Doyma noktası, toprak tanecikleri arasındaki boşlukların tamamen su ile dolduğu durumu ifade eder. Teorik olarak toprak gözenek hacminin hepsinin su ile dolmuş hali söz konusu ise de, gerçekte, değişik nedenlerle toprak tanecikleri arasındaki hava tamamıyla

toprak dışına çıkarılmadığından su, çok nadir durumda, toprak gözenek hacminin % 85-90'ını doldurabilir (Sönmez, 1960a).

Tarla kapasitesi, kapillar kuvvetlerle yerçekimi kuvveti arasında dengeye varmış olan toprak suyu miktarı olarak ifade edilebilir (Sönmez, 1960a). Pratik olarak toprağın tarla kapasitesinin belirlenmesinde 1/3 atmosferlik eksi basınçla tutulan suyun miktarı esas alınmaktadır (özkan, 1985).

Kullanılabilir suyun alt sınırı sürekli solma noktası olarak adlandırılır ve ayçiçeği gibi indikatör bir bitkinin solduğu ve nemli bir ortamda kaldığında tekrar turgor yapamadığı andaki toprak su içeriği olarak ifade edilir (Marshall ve Holmes, 1988). Birçok durumda, özellikle orta tekstürlü topraklarda, pratik amaçlar için 15 atmosferlik eksi basınçla tutulan su yüzdesi solma noktasını belirlemede yeterli olmaktadır (özkan, 1985).

Jamison ve Kroth (1958), genellikle siltin hakim olduğu bazı Missouri topraklarında yaptıkları araştırmada, kullanılabilir nem kapasitesinin kil içeriği ile azaldığını, silt içeriği ile arttığını ve kaba siltin (0.05-0.02 mm) kullanılabilir nem kapasitesini ince siltten (0.02-0.002 mm) daha çok arttırdığını ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda kullanılabilir nem kapasitesinin genellikle organik madde içeriği ile arttığını saptamışlar, ancak organik madde kaba siltle arttığı ve kil ile azaldığı için bu etkiyi tekstürel değişimle yorumlamışlardır.

Decker (1953), tarla kapasitesindeki ve sürekli solma noktasındaki nem içeriğinin nasıl hesaplandığını ve bunların toprakta depolanan bitki için yararlı su miktarının bulunmasında nasıl kullanılabileceğini belirtmiştir.

Dahiya ve Ark. (1988), saturasyon yüzdesinden tarla kapasitesini, solma noktasını ve kullanılabilir su kapasitesini tahmin etmek için istatistiksel eşitlikler geliştirmişlerdir. Araştırmacılar bu eşitliklerden tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında oldukça iyi bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Anderson ve Ark. (1988), bozulmamış örneklerde hacim ağırlığı ve su içeriğinin belirlenmesinde X-ışınlarının kullanılabilirliğini belirtmektedirler.

Aran (1985), hafif, orta ve ağır bünyeli topraklarda farklı tarla kapasitesini belirleme yöntemlerini karşılaştırmıştır. Araştırmacı tarla parseli yöntemi ile bulunan tarla kapasitesi değerleri standart kabul edildiğinde, hafif bünyeli topraklarda standart yöntemle en yakın değerleri rutubet eşdeğeri yönteminin, orta bünyeli topraklarda bozulmuş örnekte 1/3 atmosfer basınç uygulanan yöntemin, ağır bünyeli topraklarda ise rutubet eşdeğeri ile bozulmuş örnekte 1/3 atmosfer basınç uygulanan yöntemin verdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacı ayrıca, bünye ağırlaştıkça her yöntemde bulunan tarla kapasitesi değerlerinin yükseldiğini belirtmiştir.

Tarla kapasitesi, drenajı iyi olan topraklarda daha çok toprak yapısına, bünyesine, toprak zerrelerinin yüzeylerine, şekillerine, boyutuna ve gözenek hacminin miktarına göre değişmektedir. Organik maddeler ise tarla kapasitesi üzerine az miktarda etkili olmaktadır (Sönmez, 1960a).

2.2. Toprak Suyunun Hareketi

2.2.1. Porozite

Bitkiler için köklerin oksijen ve su (içinde çözünmüş besin maddeleri ile) isteklerinin iyi karşılandığı bir ortamda bulunmaları çok önemlidir. Bunların toprakta taşınma ve depolanması farklı büyüklük ve şekildeki toprak gözeneklerinin miktarından oldukça etkilenmektedir. Toprağın gözeneklerle kaplı hacimsel fraksiyonu bu yüzden toprakların en önemli özelliklerinden biridir (Yeşilsoy ve Pala, 1985).

İdeal olarak düşünüldüğünde belli hacimdeki toprak, katı fazın strüktürü dolayısıyla içinde boşluklar bulundurur. Bunlara gözenek denir. Toplam gözenek hacminin diğer bir ifade şekli de porozitedir. Porozite, birim hacimdeki boşluk yani, gözenek hacmini belirtir. Boşluk fazı iki türlü gözenekten oluşur:

a) Makro gözenekler, toprak tarla kapasitesinde iken boş olan gözeneklerdir. Bunlara kapillar olmayan veya havalanma gözenekleri de denir.

b) Mikro gözenekler, toprak tarla kapasitesinde iken su ile dolu olan küçük çaplı kapillar gözeneklerdir. İdeal bir toprakta su tutma ve havalanma ile ilgili olarak makro ve mikro gözeneklerin eşit miktarda bulunmaları arzu edilir (Yeşilsoy, 1967; Radulovich ve Ark, 1989).

Luxmoore (1981), toprak boşluklarını makroporozite ($>1000 \mu\text{m}$), mesoporozite ($10-1000 \mu\text{m}$) ve mikroporozite ($<10 \mu\text{m}$) olarak sınıflandırmakta, bunun da topraktaki matrik potansiyel ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Leamer ve Lutz (1940) ise permeabilite hızı ile gözeneklilik hacmi arasındaki ilişkide boşlukları, "kapillarlar" ve "kapillar olmayan" şeklinde ikiye ayırmaktadır.

Kumlu topraklarda makro gözenekler, mikro gözeneklerden fazla olduğu için su ve hava hareketi hızlıdır. Killi topraklarda ise durum bunun tersi olup makro gözenekler az, mikro gözenekler fazla olduğu için su ve hava hareketi yavaştır (Yeşilsoy, 1967).

Obi ve Nnabude (1988), farklı arazi kullanma uygulamalarının toplam poroziteyi önemli derecede etkilemediğini, ancak makro poroziteyi önemli düzeyde etkilediğini, toprak işlemenin ise makro porozite üzerinde önemli etkisi olmadığını açıklamaktadır.

Kaba (makro) gözenekler topraklarda doygun koşullarda su akımında etkindirler. Büyük çoğunluğu muhtemelen biyolojik orijinli olan kaba gözeneklerin oranı toprak derinliği arttıkça biyolojik aktivitenin azalmasına bağlı olarak azalmaktadır (Southard ve Buol, 1988).

Toprak işleme derinliğindeki artışla birlikte toplam gözeneklilik değerleri önemli ölçüde artarken, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey alanı işleme derinliğindeki artıştan etkilenmemektedir (Karaca ve Munsuz, 1984).

Çeşitli toprakların toplam gözenek boşluklarında koşullara bağlı olarak önemli farklar vardır. Brady (1984), kumlu topraklarda, porozitenin % 35-50, orta ve ince tekstürlü topraklarda % 40-60; Hillel (1980a), porozitenin % 30-60; Munsuz (1982) ise, mineral topraklarda porozitenin % 25-60, killi tınlı tekstürdeki topraklarda % 40-45 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Gözenek boşlukları aynı zamanda derinlikle de değişmekte, bazı sıkışmış alt topraklar için % 25-30'a kadar düşmektedir.

Sekera'ya atfen Özdengiz (1970), toprağın su tutma gücü yönünden, topraktaki gözeneklerin meydana getirdikleri kanalcıkları kaba (>30 mikron), orta (30-3 mikron) ve ince (<3 mikron) olmak üzere üç gruba ayırmak-

tadır. Araştırmacıya göre, kaba gözeneklerdeki su, kapillarity ile tutulamayıp serbest drenaj durumunda yerçekimi ile derinlere sızmaktadır. İnce kapillar gözeneklerdeki su ise bitkilere elverişli durumda olmayıp, "ölü su" olarak tanımlanmaktadır. Bitkinin yararlanması bakımından toprağın su depolama gücünü ise, topraktaki orta büyüklükte (3-30 mikron) olan kapillar gözenekler meydana getirmektedir.

2.2.2. Toprakta Suyun Hareketi ve Hidrolik İletkenlik

Sulama sırasında suyun toprak profilinde hareketi sırasında geçiş bölgesi, ıslanma bölgesi ve ıslanma cephesi olmak üzere üç temel bölge gözlenir. Geçiş bölgesi sabit bir hidrolik kondüktivite ve yaklaşık olarak % 80 saturasyonla karakterize edilir. İslanma bölgesi geçiş bölgesinden ıslanma cephesine kadar uzanır ve ıslanma cephesine yaklaştıkça hidrolik kondüktivite ve saturasyon derecesi azalır. İslanma cephesi, hareket eden suyun ilerleyeceği en son noktadır ve toprağın başlangıç nem içeriği arttıkça belirlenmesi güçleşir (Hansen, 1955).

Su hareketi toprakların içerisinde olacağından, hareketin tipi, hızı, miktarı gözeneklerin özellikleri ile ilişkili olacaktır. Hareket ettirici temel kuvvetlere göre su hareketi, yerçekiminin etkisi ile büyük boşluklarda ve kapillar kuvvetlerin etkisi altında küçük boşluklarda hareket eden su şeklinde ikiye ayrılabilir. Aşağı doğru olan hareketin hızı, boşluk büyüklüğü ve özellikleri tarafından belirlenir (Leamer ve Lutz, 1940).

Arazide toprak-su etkileşimlerini içeren işlemlerin çoğu ve özellikle de bitkilerin kök bölgesindeki suyun akışı toprağın doymuş olmadığı koşullarda oluşmaktadır. Doymuş topraklarda hareket ettirici kuvvet

pozitif basınç potansiyeli farkıdır. Doymamış topraklarda ise suyun basıncı atmosferik basıncın altındadır yani negatif basınç potansiyeli veya emme vardır. Bu negatif potansiyel farkı hareket ettirici kuvveti oluşturmaktadır (Hillel, 1980a).

Denemeler, saturasyon durumu ne olursa olsun akış hacminin akış yönündeki hidrolik potansiyel gradiyenti ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Bu genellikle Darcy yasası olarak adlandırılır ve aşağıdaki biçimde ifade edilir (Bouma, 1977).

$$v = -K \cdot dH/dx$$

Eşitlikte;

v: Birim zamanda birim alanda geçen akışı ($m^3 \cdot m^{-2} \cdot sn^{-1}$) (azalan potansiyel yönünde olduğu için negatiftir)

dH: Hidrolik potansiyel farkını,

dx: Hidrolik potansiyel farkının ölçüldüğü mesafeyi,

K: Hidrolik iletkenliği (m/sn)

ifade etmektedir.

Doymun ve doymun olmayan akış arasındaki en önemli fark muhtemelen hidrolik iletkenliktir (Hillel, 1980a).

Toprağın gözenekli bir ortam olarak suyu ve havayı geçirme özelliğine, toprağın permeabilitesi denilmektedir. Toprağın yalnız suya karşı permeabilitesi söz konusu olduğunda hidrolik iletkenlik teriminin kullanılması daha uygundur. Hidrolik iletkenlik, belirli bir kesit ve derinlikte belirli zaman içerisinde geçen su miktarı olarak tanımlanmaktadır (Sönmez, 1960b). Hidrolik iletkenlik, tekstürün olduğu kadar strüktürün de etkisi altındadır ve poroz, iyi agregatlaşmış toprakların hidrolik iletkenlik değerleri fazla sıkışmış

topraklarınkinden daha yüksektir. Hidrolik iletkenlik sadece toplam poroziteye bağılı olmayıp, birinci derecede gözeneklerin büyüklüğüne de bağılıdır. Örneğin killi toprakların toplam porozitesi kumlu topraklarına nazaran daha fazla olmasına rağmen, kumlu toprakların kaba gözenekleri fazla olduğu için hidrolik iletkenlikleri de fazladır (Hillel, 1980a).

Derine sızmanın ölçülmesi veya tahmini, kanallardaki sızma kayıpları ve sabit infiltrasyon hızları direkt olarak toprak permeabilitesi ile ilgilidir. Bu nedenle, toprakların permeabilite hızlarının güvenilir bir şekilde tahmini veya ölçümü, sulama sistemlerinin planlanmasında, etkin sulama yönteminin belirlenmesinde, su kayıplarını azaltmak için kanal kaplamalarına karar vermede önemlidir. Permeabilite hızları, aynı zamanda, sulanan alanlarda yüzey ve yüzeyaltı drenaj sistemlerinin planlanmasında tuzlu toprakların ıslahında ve sulanan alanlarda tuzluluğun önlenmesinde önemli bir parametredir (Horn, 1971).

Leamer ve Lutz (1940), toplam porozite ile etkili gözenek büyüklükleri arasında bir ilişkinin olmadığını, ancak permeabilite ile gözenek büyüklüğü arasında direkt bir ilişkinin olduğunu belirtmektedirler. Benzer şekilde, Bendixen ve Ark. (1948), toprakların tekstürel yapılarının farklı olmasına rağmen, permeabilite ile gözenek hacmi arasında açık bir ilişki bulunduğunu araştırmaları sonucunda ortaya koymuşlardır.

Brooks and Reeve (1959), toprakların su ve hava permeabilitelerini laboratuvarında incelemiş, ölçümleri etkileyen çeşitli faktörleri belirtmiş ve bu yöntemlerin kombinasyonu üzerinde durmuşlardır.

Bahtiyar (1979), toprağın gözenek hacmi miktarının ve bunu oluşturan gözeneklerin büyük olmaları ölçüsünde geçirgenliğin de büyüdüğünü, kaba ve orta bünyeli

strüktürsüz topraklarda hidrolik iletkenliğin, hemen hemen tamamen tekstür tarafından etkilendiğini, ince bünyeli topraklarda strüktürün etkisinin daha belirgin olduğunu belirtmektedir.

Yazar (1985), farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın hacim ağırlığına, penetrasyon direncine, hidrolik iletkenliğine ve toprak-su içeriğine etkilerini araştırmış; deneme konularının karık sırtında toprağın hacim ağırlığı, hidrolik iletkenlik ve penetrasyon direncine etkilerinin farklı olmadığı, ancak söz konusu özelliklerin karık tabanında istatistiksel olarak farklı olduklarını bulmuştur.

Tabiehzad ve Özkan (1991), killi, tınlı ve kumlu tınlı topraklarda sıkışmanın etkisi ile hidrolik iletkenlik, havalanma boşlukları ve toplam boşlukların azaldığını belirtmektedirler.

Obi ve Nnabude (1988), farklı arazi kullanım şekillerinin doymun hidrolik iletkenlik üzerinde önemli etkisi olduğunu, ancak toprak işleme uygulamalarının hidrolik iletkenlik üzerinde önemli değişikliklere neden olmadığını belirtmektedirler.

Makro gözenek olarak adlandırılan orta ve büyük gözeneklerin sürekli bir sistemde olmasının killi toprakların başlangıç drenajı için özel önemi vardır. Suya doymun topraklarda makro gözeneklerdeki su akışı yatay ve düşey olarak büyük değişiklik gösteren sature hidrolik iletkenlikle karakterize edilir (Messing, 1989).

Southard ve Buol (1988), North Carolina'da yaptıkları laboratuvar çalışmasında, doymun hidrolik iletkenliğin genellikle artan derinlikle azaldığını, toplam porozitenin doymun hidrolik iletkenlikle negatif bir ilişkisinin bulunduğunu belirtmektedirler.

Kettaş ve Ark. (1991), Harran ovasında yaygın toprak serilerinde yaptıkları çalışmada, hacim ağırlığı değerlerinin yüzey katmanlarında düşük, alt katmanlarda yüksek olduğunu; benzer şekilde yüksek kil içeriği ve sıkışma olayının bir sonucu olarak alt katmanlarda makro gözenek hacminin düşük olduğunu; doymun hidrolik iletkenlik değerlerinin iyi strüktürel duruma sahip ve az ağır tekstürlü topraklarda yüksek, strüktürel durumu iyi olmayan ve fazla sıkışmış topraklarda düşük olduğunu saptamışlardır.

Gündoğdu ve Yazar (1992), doymun koşullarda hidrolik iletkenlik belirleme yöntemlerini karşılaştırmışlar, dren verdisi yöntemi standart kabul edildiğinde, buna en yakın değeri auger-hole yönteminin verdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, laboratuvar yöntemi ile elde edilen ölçüm sonuçlarının arazi yöntemi ile elde edilen değerlere çevrilmesi için bir katsayı ile düzeltilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir.

2.2.3. İnfiltrasyon

İnfiltrasyon suyun belirli bir zaman süresinde belirli bir yüzeyden toprak içerisine düşey olarak girme hızıdır ve genellikle cm/saat veya mm/saat olarak belirtilir (Güngör ve Yıldırım, 1989).

Genelde gözenekli ortam akışını özellikle de düşey infiltrasyonu tanımlamada çeşitli matematiksel eşitlikler geliştirilmiştir. Bunlar; 1) genel gözenekli ortam akış ilişkisine dayandırılan modeller, 2) toprağın kabul edilen basit fiziksel özelliklerine dayandırılan modeller ve 3) ampirik eşitlikler olarak gruplandırılabilir (Walker ve Skogerboe, 1987).

İnfiltrasyonu, zamanın veya toprağa infiltre olan toplam suyun fonksiyonu olarak ifade eden bazıları

ampirik bazıları ise teorik olarak geliştirilen eşitliklerden ilki Green ve Ampt (1911)'e atfen Hillel, (1980b) tarafından verilen aşağıdaki eşitliktir.

$$i = i_0 + b/I$$

Eşitlikte;

i_0 ve b : Karakteristik sabiteler,
 I : Yığışımli infiltrasyon,
 i : Infiltrate olan su hacmidir.

İkinci eşitlik Baver (1972)'nin bildirdiğine göre, Kostiakow (1932) tarafından gözlenen infiltrasyon oranları sonuçlarından çıkartılan ampirik eşitliktir.

$$I = K \cdot t^n$$

Eşitlikte;

K ve n : sabiteler,
 I : t zaman sonraki kümülatif infiltrasyondur.

Üçüncü eşitlik Hillel (1980b)'nin bildirdiğine göre Horton (1940) tarafından verilen eşitliktir

$$i = i_0 + (i_0 - i_0)e^{-k \cdot t}$$

Eşitlikte;

i_0 , i_0 ve k : karakteristik sabiteler,
 i : Infiltrate olan su hacmidir.

$t=0$ anında infiltrasyon sonsuz olmayıp i_0 sonlu değerini alır. K sabitesi, i 'nin i_0 'dan i_0 'ye ne kadar çabuk değiştiğinin bir ifadesidir. Bu eşitliğin integrali alınarak t 'nin kesin bir işlevi olan bir I değeri sağlanır. Bununla beraber, bu eşitliğin pratikte kullanılması oldukça zordur. Çünkü, deneysel olarak değerlendirilmesi gereken üç ayrı sabite içermektedir.

Dördüncü eşitlik Sönmez (1980)'nin bildirdiğine göre Philip (1957) tarafından önerilmiştir.

$$I = S \cdot t^{1/2} + c \cdot t$$

Eşitlikte;

- I: t süresindeki birikimli infiltrasyon
- S: Toprağın başlangıç ve yüzey nem kapsamının ve toprak su yayılımının bir işlevi olan soğurma katsayısı ($L/T^{1/2}$)
- c: Toprağın suyu iletme kapasitesi ile ilgili olup infiltrasyonun ileri dönemlerinde önemlidir.

Holtan (1961)'a atfen Hillel (1980b) tarafından önerilen beşinci eşitlik ise şöyledir.

$$i = i_0 + a(M-I)^n$$

Bu eşitlikte i_0 , M ve n sabitelerdir. M, toprağın üst kısımlarında yeralan ve infiltrasyonu engelleyen tabakanın su tutma kapasitesidir.

Brakensiek ve Frevert (1961), infiltrasyon eşitliğinin infiltrometre verilerine uyarlanması için basit bir işlem geliştirmişler ve yağış hızı ile yüzey akış hızı arasındaki farkın aslında infiltrasyon hızı olduğunu belirtmişlerdir.

Toprağın su alma hızına, toprağın bünyesi ve yapısı, organik madde ve rutubet miktarı, kültüre alınma ve işleme durumu, bitki örtüsü, arazinin eğimi, geçirimsiz bir tabakanın varlığı, yüzey üzerindeki suyun yüksekliği, uygulanan sulama yöntemi, sulamanın süresi, toprağın sıkışması ve çatlaması, erozyon, toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri, toprağın ve suyun sıcaklığı, su ve topraktaki tuzların cinsi ve miktarı gibi faktörler etki etmektedir (Hanks, 1965; Güngör ve Yıldırım, 1989).

Ertuğrul ve Havgören (1973a), çeşitli sürüm derinliklerinin toprakların infiltrasyon hızına etkisini araştırmışlar ve sürüm derinliği arttıkça infiltrasyon hızının arttığını ortaya koymuşlardır.

Benzer şekilde, Karaca ve Munsuz (1984), derin işlemenin toprağa su girişini (infiltrasyonu) önemli derecede arttırdığını ve özellikle başlangıç infiltrasyonunu daha çok etkilediğini belirtmektedirler.

Rauzi (1963), bitki örtüsünün infiltrasyon üzerine etki ettiğini bildirmiş; aşırı otlatmanın toprakların su alma hızına etki ettiğini, otlatma yapılmayan topraklardaki infiltrasyon hızının aşırı otlatma yapılan yerdekinin dört katı olduğunu açıklamıştır.

Aynı konuda, Gumbs ve Warkentin (1972), şişen killi topraklarda hacim ağırlığı değişimlerinin ve başlangıç su içeriğinin infiltrasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar şişmenin, infiltrasyon üzerinde büyük etkisi olan yüzey tabakalarının porozitesini ve iletkenliğini arttırması nedeni ile, sıkışmış örneklerdeki infiltrasyonun sıkışmamış örneklerdeki infiltrasyondan daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Unger (1992), tarla koşullarında suni yağmurlayıcılarla yaptığı ölçümlerde, toprak işleme tipinin yüzey akış ve infiltrasyon üzerinde etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Chawla ve Ark. (1983), topraklarda tuzlanmanın infiltrasyon hızı ve hidrolik iletkenliği arttırdığını belirtmekte ve bunun da toprak çözeltisindeki yüksek elektrolit konsantrasyonundan olabileceğini bildirmektedir.

Wischmeier ve Mannering (1965), organik madde içeriği ve toprak kullanımının infiltrasyon üzerindeki etkisinin tekstür ve topoğrafyadan daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

Mannering ve Meyer (1963), yüksek derecede geçirgen, % 5 eğimli siltli tınlı topraklarda, değişik miktarlardaki malç (buğday samanı) uygulamalarının, infiltrasyon miktarını arttırdığını ve yüzey akıştaki toprak içeriğini ise azalttığını belirtmiştir.

Slater (1957), yağmurlayıcı tip infiltrometrelerle silindir infiltrometreleri karşılaştırmış; çalışmanın yapıldığı farklı toprak tiplerinden her iki metotla elde edilen sonuçların yüksek derecede ilişkili olduğunu ($r=0.99$) ortaya koymuştur. Araştırmacı ayrıca, silindir infiltrometrelerin orta ve ortanın üstünde infiltrasyon hızı olan topraklarda kullanılabileceğini belirtmiştir.

Youngs (1987), farklı çaplardaki silindir infiltrometrelerle yaptığı laboratuvar çalışmasında, birim alandaki ortalama infiltrasyonun azalan infiltrometre çapıyla ters orantılı olarak önemli ölçüde arttığını ortaya koymuştur.

Ertuğrul ve Hıkgören (1973b), sabit seviyeli karık infiltrometreleri ile yapılan ölçümler sonunda buldukları infiltrasyon hızlarının, sabit seviyeli çift silindirli infiltrometrelerle ölçülenlerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Ayyıldız ve Benli (1972), infiltrasyon hızı değerlerinin tayininde kullanılan karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesi, silindir infiltrometre ve karık infiltrometre yöntemlerini karşılaştırmışlar; ağır bünyeli topraklarda, anılan yöntemlerin bazı kabullerle birbirlerinin yerine kullanılabileceği sonucuna

varmışlardır.

Toprak bünyesine bağlı olarak değişik toprakların infiltrasyon hızları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Değişik Topraklara Ait Gerçek Infiltrasyon Değerleri (Hillel, 1980b)

Toprak Tipi	Gerçek Infiltrasyon Hızı, mm/saat
Kumlar	>20
Kumlu ve Siltli Topraklar	10-20
Tınlr	5-10
Killi Topraklar	1-5
Sodik Killi Topraklar	<1

Çizelgedeki bu değerler ortalama değerler olup özel durumlarda infiltrasyon değeri oldukça yüksek (özellikle işlemin başlangıcında ve iyi agregatlaşmış ve çatlamış topraklarda) veya düşük (yüzeyde kabuk olması halinde) olabilir (Hillel, 1980b).

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler

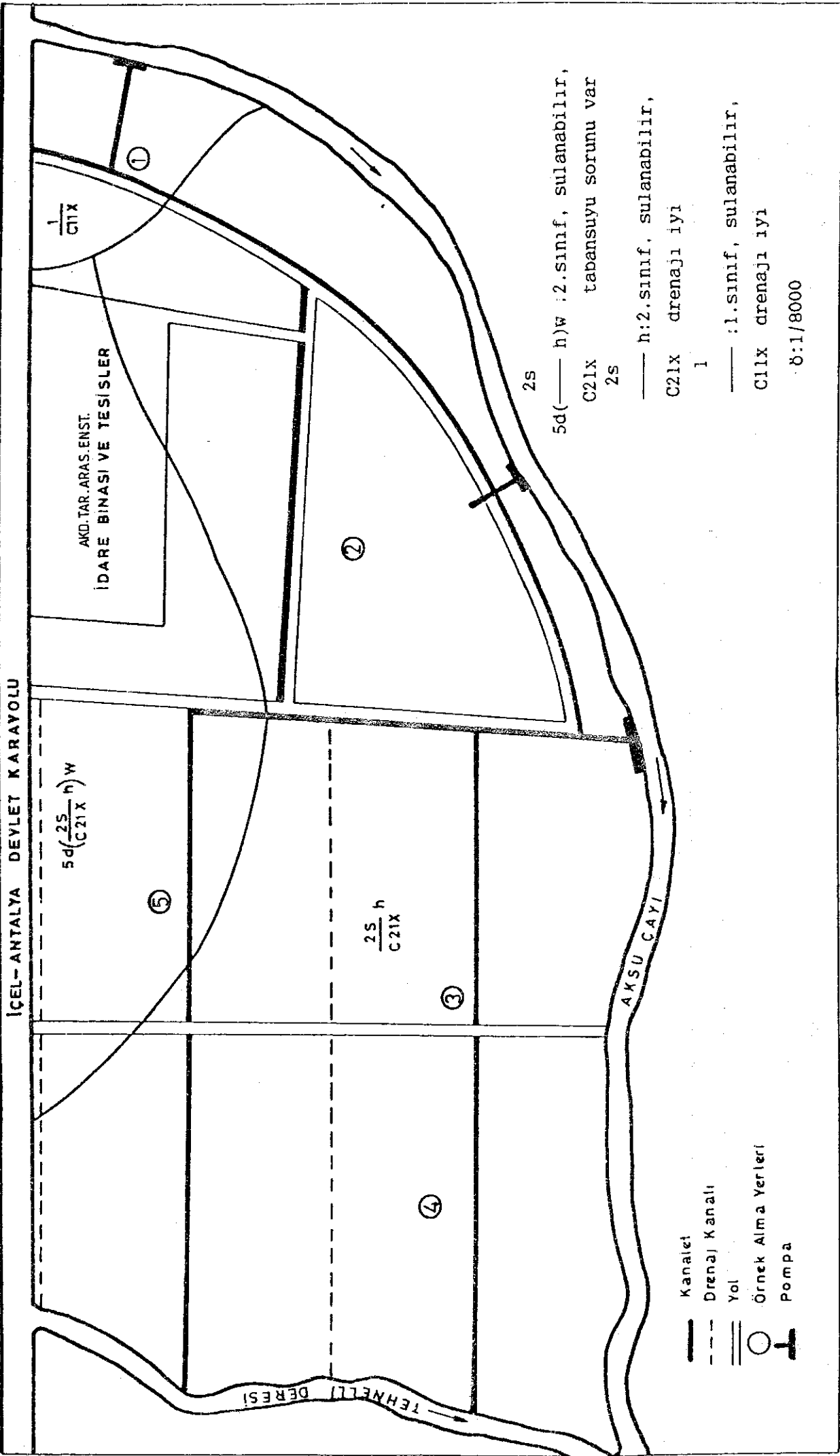
Araştırma alanı, Antalya-Alanya karayolu üzerinde olup Antalya'ya yaklaşık 20 km uzaklıktadır. Doğusunda ve güneyinde Aksu Çayı, batısında Tehneli Deresi, kuzeyinde ise Antalya-Alanya karayolu ile sınırlanmıştır olan araştırma alanı, yaklaşık 1850 dekar alanı kapsamaktadır (Şekil 3.1).

Araştırma alanı, Antalya Havzasında yer almaktadır. Havzanın ova kısmı, Quaterner zamanda oluşmuş konglomera, silt, kil ve çakıl depozitlerinden oluşmaktadır (Topraksu, 1970).

Araştırma alanı toprakları alüviyal topraklar grubuna girmektedir. Bu topraklar zonaliteye ve özel bir bitki örtüsüne sahip değildirler. Suların muhtelif zamanlarda biriktirdiği sedimentasyonun şiddetine göre toprak profilinde çeşitli katmanlar oluşmuştur. Alüviyal toprakların ana maddesi, içinde bulunduğumuz zaman olan Quaterner formasyonuna ait muhtelif orijinli yeni alüviyonlardır. Bunlar esas olarak silt ve kil olmakla beraber kısmen kum ve çakıl da içerirler (Topraksu, 1970).

Araştırma alanında tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonundan (Antalya) alınan meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de özetlenmiştir (Meteoroloji Bülteni, 1984).

İÇEL-ANTALYA DEVLET KARAYOLU



Şekil 3.1. Toprak Örneklerinin Alındığı ve İnfiltrasyon Testlerinin Yapıldığı Yerler

Şizelge 3.1. Araştırma Alanına ilişkin Meteorolojik Veriler (Meteoroloji Bülteni, 1984)

Meteorolojik Elemanlar	Rasat Yılı	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	51	9,8	10,5	12,7	15,9	19,8	24,4	28,1	27,8	24,7	19,7	15,3	11,7	18,4
Ortalama Yüksek Sıc. (°C)	40	14,9	15,5	17,7	21,0	24,4	30,0	33,5	33,6	30,7	26,3	22,0	16,8	23,9
Ortalama Düşük Sıc. (°C)	41	6,3	6,5	8,2	11,4	15,2	19,6	22,7	22,7	19,5	15,4	11,3	8,1	13,9
En Yüksek Sıcaklık (°C)	51	23,9	25,9	27,7	32,8	38,0	40,9	44,7	44,6	40,6	38,7	32,7	23,6	44,7
En Düşük Sıcaklık (°C)	51	-3,4	-4,6	-0,9	3,3	6,7	11,5	15,0	13,6	10,3	6,4	0,7	-1,7	-4,6
Ortalama Nisbi Nem (%)	41	68	68	65	67	68	62	58	60	58	62	67	70	64
Ortalama Açık Günler Sayısı	51	5,8	5,2	6,3	6,5	7,2	15,0	21,8	23,3	20,4	12,2	8,4	6,0	138,1
Ortalama Kapalı Günler Sayısı	51	10,3	8,4	7,4	5,4	3,2	0,6	0	0	0,4	3,2	5,5	9,2	53,5
Ortalama Bulutluluk (0-10)	41	5,9	5,7	5,3	4,8	4,4	2,6	1,4	1,3	1,7	3,7	4,8	5,8	4,0
Ortalama Buharlaşma (mm)	26	66,1	70,0	92,8	91,4	107,2	157,4	201,8	195,6	173,9	136,9	84,7	68,2	1445,8
Ortalama Yağış (mm)	41	263,7	156,2	93,2	43,9	30,9	10,1	1,8	2,9	13,6	57,7	110,5	283,8	1068,2
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	40	3,5	3,6	3,5	3,1	2,7	2,9	2,9	2,8	3,2	3,0	3,0	3,3	3,1

3.1.2. Toprak Örneklerinin Alındığı ve İnfiltrasyon Hızlarının Ölçüldüğü Yerler

Çalışmada materyal olarak kullanılan toprak örnekleri, D.S.I. (1971) tarafından yapılmış olan Aşağı Aksu Projesi Aksu Ovası Detaylı Arazi Tasnif Haritasındaki toprak sınıflarına uygun olarak 1993 yılında beş ayrı yerde açılan profillerden alınmıştır (Şekil 3.1). Profillerde horizonlar mevcut olmadığı için örnekler tekstür bakımından farklı olan katmanlardan alınmıştır. Her katmanda, katman yüksekliğinin ortasına karşılık gelen yerden örnek alınmasına ayrıca dikkat edilmiştir. Profillerde 150 cm derinliğe kadar inilerek örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.2). Ancak 5 numaralı profilde 110 cm'den sonra taban suyu çıktığından daha derine inilememiştir (Şekil 3.3). Profil çukurlarının açıldığı yerlerin hemen yakınında infiltrasyon testleri de yapılmıştır.

3.1.3. Örnek Almada Kullanılan Araçlar

3.1.3.1. Bozulmuş ve Bozulmamış Toprak Örneklerinin Alınışında Kullanılan Araçlar

Profillerden alınan toprak örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılabilmesi için bozulmuş örneklerin alınışında toprak küreği, 2 kg'lık naylon torbalar ve etiketler kullanılmıştır.

Bozulmamış toprak örneklerinin alınmasında ise 5 cm çapında, 5.1 cm yüksekliğinde hacmi 100 cm³ olan piriç bozulmamış örnek alma silindirleri kullanılmıştır. Örnekler alındıktan sonra dökülmemeleri için iki ucuna naylon bez sarılmış ve lastik halkalarla kılıflandırılmıştır. Daha sonra örnekler özel çantasına konularak laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3.2. Dört Numaralı Profilin Genel Görünüşü



Şekil 3.3. Beş Numaralı Profilde Taban Suyunun Durumu

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MÜHÜRÜ

3.1.3.2. Infiltrasyon Hızlarının Belirlenmesinde Kullanılan Araçlar

Profillerin açıldığı yerlerin hemen yanında yapılan infiltrasyon hızlarının belirlenmesinde çift silindirli infiltrometreler kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çift Silindirli Infiltrometrelerin Arazide Kullanılışı

3.1.3.3. Hidrolik İletkenlik Tayininde Kullanılan Araçlar

Bozulmuş toprak örneklerinden hidrolik iletkenliğin belirlenmesinde sabit su seviyeli permeametre kapları kullanılmıştır.

3.1.3.4. Toprak Karakteristik Eğrilerinin Belirlenmesinde Kullanılan Araçlar

Araştırma alanından alınan bozulmamış toprak örneklerinin çeşitli tansiyonlarda tuttuğu su miktarının belirlenmesinde poroz levhalı basınç aleti

kullanılmıştır. Bozulmuş toprak örneklerinin 5, 8 ve 15 atmosferde tuttuğu su miktarlarının belirlenmesinde ise basınçlı membran aleti kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Metodlar

3.2.1.1. Bozulmamış Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırmada kullanılan toprakların doğal yapısını bozmadan, laboratuvarında (0.00), (0.10), (0.33), (1.00) atmosfer tansiyonlarda tutabildikleri su miktarlarını ve hacim ağırlıklarını belirlemek amacı ile hacmi belli silindirlerle örnekler alınmıştır. Örnekler, topraklarda horizonlar oluşmadığından, profillerde genel görünüş ve bünye bakımından farklı olan katmanların orta kısımlarından alınmıştır (Berkman, 1968; Ertuğrul, 1971).

Bıçakla iki ucu tıraşlanıp naylon bezle sarıldıktan sonra etiketlenen örnekler laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra satüre olmaları için silindir yüksekliğinin yarısına kadar su olan küvetlerin içerisinde bekletilmiştir (Berkman, 1968).

3.2.1.2. Bozulmuş Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacı ile bozulmamış örnek alınan yerlerde kürekle 2 kg kadar bozulmuş toprak örnekleri de alınmıştır. Örnekler naylon torbalara konulup etiketlendirilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarında havada kurutularak 2 mm'lik elekten geçirilen topraklarda bünye, özgül ağırlık, hidrolik iletkenlik, kireç, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik ve 5, 8 ve 15 atmosferlerde tutabildikleri nem miktarları saptanmıştır.

3.2.1.3. Infiltrasyon Hızlarının Belirlenmesi

Araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızlarının belirlenmesinde çift silindirli infiltrometre yöntemi kullanılmıştır (Slater, 1957; Berkman, 1968).

3.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Metotlar

3.2.2.1. Fiziksel Analiz Metodları

3.2.2.1.1. Bünye Tayini

Araştırmada kullanılan toprakların bünye tayini Bouyoucos Hidrometre Metoduna göre yapılmıştır (Black, 1965; Tüzüner, 1990). Bünye sınıflarının belirlenmesinde bünye üçgeni kullanılmıştır (Akalan, 1983).

3.2.2.1.2. Hacim ve Özgül Ağırlık Tayini

Toprakların hacim ağırlığı, bozulmamış toprak alma silindirleri ile alınan toprak örneklerinin kuru ağırlıklarının silindir hacmine bölünmesi ile bulunmuştur (Yeşilsoy ve Güzeliş, 1969).

Özgül ağırlıklar ise Piknometre yöntemi ile belirlenmiştir (Yeşilsoy ve Güzeliş, 1969).

3.2.2.1.3. Toprak Karakteristik Eğrilerinin Belirlenmesi

Bozulmamış toprak örneklerinde (0.00), (0.10), (0.33), (1.00) atmosfer tansiyonlarda tuttıkları su miktarları poroz levhalı basınç aletinde; (5.00), (8.00) ve (15.00) atmosfer tansiyonlarda tuttıkları su miktarları ise basınçlı membran aletinde Tüzüner (1990)'a göre tayin edilmiştir.

Toprakların karakteristik eğrilerini çizebilmek ve katı-sıvı-gaz fazlarının dağılışıını tespit etmek için $pF=0.00$, $pF=2.00$, $pF=2.53$, $pF=3.01$, $pF=3.71$, $pF=3.92$, ve $pF=4.2$ 'de toprakların tuttıkları hacimsel su içerikleri saptanmıştır. Tarla kapasitesi ($pF=2.53$) ve solma noktası ($pF=4.2$) arasındaki fark alınarak kullanılabilir su miktarları hesaplanmıştır (Tüzüner, 1990).

3.2.2.1.4. Hidrolik İletkenlik Tayini

Toprak örneklerinin hidrolik iletkenlikleri bozulmuş örneklerde, sabit seviyeli permeametre yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir (Klute, 1986).

3.2.2.2. Kimyasal Analiz Metodları

3.2.2.2.1. Karbonat Tayini

Toprakların karbonat tayini "Scheibler Kalsimetresi" ile volümetrik olarak yapılmıştır (Özbek ve Arık., 1977).

3.2.2.2.2. Organik Madde Tayini

Toprakların organik madde miktarının tayininde Walkley-Black metodu kullanılmıştır (Tüzüner, 1990).

3.2.2.2.3. Toprak Reaksiyonunun (pH) Tayini

pH tayini "WTW Microprocessor pH 537" marka cam elektrotlu pH-metre ile saturasyon süzüğünden ölçülmüştür (Tüzüner, 1990).

3.2.2.2.4. Elektriksel İletkenlik Tayini

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenliği "Crisson Conductimeter 522" marka cam elektrotlu elektriksel

iletkenlik aleti ile saturasyon süzüğünden ölçülmüştür (Tüzüner, 1990).

3.2.3. Büro Çalışmalarından Kullanılan Metotlar

3.2.3.1. Infiltrasyon Hızı Denemelerinin Değerlendirilmesi

Infiltrasyon verilerinin değerlendirilmesinde ve ilgili parametrelerin saptanmasında Kostiakow tarafından önerilen eşitlik kullanılmıştır. Bu eşitlik,

$$I=K.t^{-n} \text{ ve } D=K.t^n$$

Burada; I : Toprağın su alma hızı (cm/h)

D : Yığışımli su alma derinliği (cm)

K ve n: Topraklara göre değişen sabitelerdir.

3.2.3.2. Toprak Örneklerinin Porozitelerinin Hesaplanması

Toprak örneklerinin porozite değerleri, özgül ağırlık ve hacim ağırlığı değerlerinden yararlanılarak Brady (1984) tarafından verilen aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Porozite (\%)} = 100 - (\text{Hacim Ağırlığı} / \text{Özgöl Ağırlık}) \times 100$$

Her toprak örneği için gözeneklerin büyüklüklerine göre kaba (>30 mikron), orta (3-30 mikron) ve ince (<3 mikron) olmak üzere Sekera Metoduna göre hesaplanmıştır (Özdengiz, 1970).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Fiziksel Analiz Sonuçları

4.1.1. Bünye

Toprakların profil katmanlarına ilişkin belirlenen bünye sınıfları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere toprak katmanlarının bünyeleri orta ince ve ince toprak sınıfına girmektedir. Kil sınıfına giren toprakların kil içerikleri % 43.64 (Profil 1) ile % 46.48 (Profil 3) arasında değişmektedir. Profil katmanlarındaki silt miktarı % 27.98 (Profil 1) ile % 50.28 (Profil 4), kum miktarı % 13.52 (Profil 3 ve 4) ile % 35.52 (Profil 5) ve kil miktarı % 22.84 (Profil 5) ile % 46.48 (Profil 3) arasında değişiklik göstermektedir.

Profillerin üst katmanları genellikle killi tın ve tın toprak sınıfına girmektedir. İncelenen örneklerde kil miktarının genelde yüksek olmasının toprakların strüktürel özellikleri üzerinde olumsuz bazı etkiler yapabileceği düşünülebilir. Fakat bölge topraklarının kireççe de zengin olması bu etkileri önemli ölçüde azaltmaktadır (Özkan, 1974).

4.1.2. Özgül Ağırlık

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin özgül ağırlıkları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde de anlaşılacağı üzere toprak örneklerinin özgül ağırlıkları 2.51 (Profil 2) ve 2.74 (Profil 4) arasında olup ortalama 2.64'tür. Görüldüğü üzere toprak örneklerinin özgül ağırlık değerleri arasında çok önemli farklar olmayıp literatürde mineral topraklar için verilen sınırlar içerisinde kalmaktadır (Yeşilsoy ve Güzelış, 1969; Brady, 1984).

Çizelge 4.1. Toprak Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

Profil No	Katman Derinliği cm	Özgül Ağırlık	Hacim Ağırlığı gr/cm ³	Saturasyon %	Sünye		Sünye Sınıfı	Sözeneğin Dağılımı, %		Porozite %	Hidrolik İletkenlik cm/saat		
					Kum	Silt		Kaba	Orta			İnce	
1	0-28	2,70	1,405	55,03	23,88	47,64	28,48	Killi Tın	16,99	16,48	14,49	47,96	1,57
	28-70	2,69	1,580	41,17	17,88	47,15	34,96	Siltli Killi Tın	6,38	13,72	21,16	41,26	1,13
	70-120	2,67	1,600	41,22	27,88	28,48	43,64	Kil	6,25	15,59	18,23	40,07	1,75
	120-150	2,64	1,560	41,75	27,88	27,98	44,14	Kil	6,81	14,76	19,34	40,91	4,25
2	0-40	2,51	1,230	53,63	25,88	41,64	32,48	Killi Tın	20,23	15,12	15,65	51,00	2,22
	40-85	2,64	1,555	41,53	26,02	45,50	28,48	Killi Tın	7,55	14,82	18,73	41,10	2,81
	85-105	2,72	1,605	39,38	32,02	41,00	26,98	Tın	9,15	14,43	17,41	40,99	1,48
	105-150	2,60	1,550	42,58	32,52	46,50	20,98	Tın	9,33	14,99	16,06	40,38	1,67
3	0-43	2,67	1,525	43,94	13,52	40,0	46,48	Kil	3,12	12,98	26,78	42,88	0,62
	43-110	2,59	1,315	48,84	15,52	42,0	42,48	Siltli Kil	11,99	15,39	21,85	49,23	1,18
	110-150	2,65	1,350	47,78	14,52	47,28	38,20	Siltli Killi Tın	11,71	17,09	20,26	49,06	1,43
4	0-40	2,60	1,530	42,63	16,52	38,28	45,20	Kil	4,71	10,78	25,66	41,15	2,56
	40-80	2,74	1,375	44,68	14,52	50,28	35,20	Siltli Killi Tın	15,39	14,17	20,26	49,82	2,73
	80-137	2,58	1,500	42,53	18,52	48,28	33,20	Siltli Killi Tın	9,29	11,40	21,17	41,86	2,46
	137-150	2,60	1,425	45,95	13,52	47,28	39,20	Siltli Killi Tın	9,70	13,60	22,52	45,82	1,67
5	0-55	2,67	1,690	45,78	28,52	40,64	30,84	Killi Tın	2,70	8,82	25,18	36,70	0,84
	55-110	2,65	1,620	42,99	35,52	41,64	22,84	Tın	6,83	12,47	19,57	38,87	0,72

Toprak sınıflarının değişik katlarında belirlenen özgül ağırlık değerleri arasında çok büyük farkların bulunmayışı bu toprakları meydana getiren alüviyal materyalin bütün topraklar için aynı ve homojen olması ile açıklanabilir (Özdengiz, 1970).

4.1.3. Hacim Ağırlığı

Toprak örneklerinin hacim ağırlıkları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere, toprak örneklerinin hacim ağırlığı değerleri 1.23 gr/cm^3 (Profil 2) ile 1.69 gr/cm^3 (Profil 5) arasında olup, Brady (1984)'ün belirttiği değerlerle uyumluluk göstermektedir. Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığında, profil derinliği boyunca organik maddenin azalması, agregatlaşmanın düşük olması, kök nüfuzunun ve üst tabakanın ağırlığı ile sıkışmanın sonucu olarak belirgin bir artış olmaktadır.

Profil 1 ve 2'de, hacim ağırlığı değerleri, üst katmanlardan alt katmanlara doğru bir artış göstermektedir. Profil 3, 4 ve 5'de ise, üst katmanlardaki hacim ağırlığı değerleri alt katmanlara nazaran daha yüksektir. Belirtilen profillerin üst katmanlarında toplam gözeneklilik ve kaba gözeneklerin oranı Profil 1 ve 2'nin üst katmanlarına göre düşüktür. Bu durum, özellikle Profil 5'te daha açık bir şekilde görülmektedir (Porozite % 36.70, kaba gözenekler % 2.70). Dolayısı ile 3, 4 ve 5 numaralı profillerin üst katmanlarındaki yüksek hacim ağırlığı değerlerinin sıkışmadan ve bünyeden ileri geldiği söylenebilir.

Akalan (1983)'ün belirttiğine göre, hacim ağırlığı; killi, killi-tınlı ve siltli tınlı topraklarda $1.00-1.60 \text{ gr/cm}^3$; kumlu-tınlı ve kumlu topraklarda $1.20-1.8 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişir. Fazla sıkışmış topraklarda 2.00 gr/cm^3 'e varan hacim ağırlıkları ölçülebilmektedir (Akalan, 1983).

Çizelge 4.1 incelendiğinde, aynı bünye sınıfına giren topraklarda da hacim ağırlığında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durum, organik madde, agregasyon durumu, profil katlarının sıkışması ve kültürasyonun etkisi ile açıklanabilir (Hakgören, 1972).

4.1.4. Porozite

Araştırma alanı topraklarının değişik tekstür katmanlarından alınan örnekler üzerinde belirlenen özgül ağırlığı ve hacim ağırlığı değerlerinden yararlanarak hesaplanan porozite değerleri, Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgedeki değerler gözden geçirildiğinde porozite değerlerinin % 51.00 (Profil 2, 0-40 cm) ile % 36.70 (Profil 5, 0-55 cm) arasında değiştiği görülür.

Çizelge 4.1'den, toprak örneklerinin porozitelerinin, beş numaralı profil hariç, literatürde killi ve tınlı tekstürdeki topraklar için verilen sınır değerleri arasında kaldığı görülmektedir (Hillel, 1980a; Munsuz, 1982; Brady, 1984;). Profil 5'deki küçük porozite değerlerinin aşırı sıkışmadan ileri geldiği söylenebilir. Organik madde miktarının nisbeten fazla olduğu bir ve iki numaralı profillerin ilk katmanlarında, porozite değerlerinin de yüksek olduğu gözlenmektedir. Ancak, üç ve dört numaralı profillerde nisbeten yüksek organik madde içeriğine rağmen, porozite değerlerinin, diğer katmanlarla karşılaştırıldığında, fazla yüksek olmadığı görülmektedir. Bu durum, üç ve dört numaralı profillerin ilk katmanlarında sıkışma olabileceğini göstermektedir.

Fazla sıkışma nedeniyle düşük poroziteye sahip topraklarda (Profil 5), toprak havalanmasının artırılması, yeterli miktarda su tutabilmesi ve uygun kök gelişiminin sağlanması için sıkışmış toprak katmanlarının gevşetilmesine yönelik uygun kültürteknik önlemlerinin alınması yerinde olacaktır (Ertuğrul,

1968; Hakgören, 1972).

4.1.5. Gözeneklerin Büyüklüklerine Göre Dağılışı

Toprak-su-bitki ilişkileri yönünden, toplam poroziteden çok, gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılımı önemlidir.

Bu çalışmanın metot bölümünde de belirtildiği şekilde, araştırma alanı topraklarının değişik tekstür katlarında belirlenen porozite değerleri, kaba, orta ve ince olmak üzere sınıflandırılarak, sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi, kaba gözenek hacmi % 2.70 (Profil 5) ile % 20.23 (Profil 1), orta gözenek hacmi % 8.82 (Profil 5) ile % 17.09 (Profil 3), ince gözenek hacmi % 14.49 (Profil 1) ile % 26.78 (Profil 3) arasında değişmektedir.

Yeşilsoy (1967)'e göre topraklarda makro (kaba) gözenek hacmi % 10'dan daha aşağı olduğunda bitkiler havasızlıktan zarar görür, gelişemez ve üretim azalır.

Yukarıdaki değer dikkate alındığında, araştırma alanı topraklarının kaba gözenek hacminin genellikle yeterli olmadığı görülmektedir. Profil 1 ve 2'nin üst katmanlarında kaba gözenek miktarı yeterli görünüyorsa da, hemen alt katmanlarında bu gözenekler oldukça azalmaktadır. Bu durum, kök gelişiminin aşağılara doğru yönelmesini engelleyici bir durum olabilir. Ayrıca alt katmanlarda kaba gözenek hacminin çok azalması suyun aşağı doğru hareketini azaltacağından, su toprağın üst tabakasında birikerek göllenmeye neden olabilir. Bu nedenle, yüzlek köklü bitkilerin yetiştirilmesi, su uygulama randımanını arttırıcı önlemlerin alınması ve biriken suyun yüzeyden tahliyesi yetiştiricilik açısından yararlar sağlayabilir.

Profil 3, 4 ve 5'te ise üst katmanlarda kaba gözenek hacmi az, alt katmanlarda fazladır. Bu durum, sulama suyunun toprağa geç nüfuz etmesine ve yüzey akışı ile kaybolmasına yolaçabilir. Bu nedenle, derin bir toprak işleme, yeşil gübre ve çiftlik gübresi kullanımı ile birlikte, uygulanacak sulama suyu miktarlarının daha dikkatli saptanmasında pratik yararlar sağlanabilir.

4.2. Toprakların Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. Organik Madde

Araştırma alanında açılan profil katmanlarına ait toprak örneklerinin organik madde miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, toprak örneklerinin organik madde miktarları % 0.765 (Profil 2) ile % 2.470 (Profil 3) arasında değişmektedir.

Çizelge 4.1'de verilen hacim ağırlığı değerleri ile Çizelge 4.2'de verilen organik madde içerikleri dikkatle incelendiğinde, hacim ağırlığı ile organik madde miktarı arasında ters bir ilişkinin olduğu görülecektir. Çünkü organik madde topraklarda granülasyonu düzenleyerek poroziteyi arttırmakta olup, bunun da hacim ağırlığı üzerinde olumlu etkisi vardır. Yukarıda saptanan durum diğer bazı araştırmacılar tarafından bulunan sonuçlara uymaktadır (Özbek, 1969; Hakkören, 1972; Tuncay ve Ark., 1991).

Çizelge 4.2 incelendiğinde, organik madde miktarının yüzeyden derinlere doğru gittikçe azaldığı görülmektedir. Bu durum işlenen veya işlenmeyen toprakların her ikisinde de organik artıkların yüzeyde birikmesi ile açıklanabilir.

Çizelge 4.2. Toprak Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Profil No	Katman Derinliği cm	pH (Sat. Ekst.)	Elektriksel İletkenlik (Sat. Ekst.) EC 25 °C, micmhos/cm	Kirec %	Organik Madde %
1	0-28	7,37	538,4	29,27	1,885
	28-70	7,75	620,3	26,98	1,745
	70-120	7,70	808,4	27,69	1,225
	120-150	7,78	829,6	25,75	1,080
2	0-40	7,96	509,0	25,49	2,160
	40-85	7,98	296,4	25,02	1,325
	85-105	7,87	111,8	28,06	0,870
	105-150	7,60	345,2	29,35	0,765
3	0-43	8,05	451,4	24,95	2,470
	43-110	7,74	357,5	28,35	1,570
	110-150	7,89	474,6	29,44	1,460
4	0-40	7,91	722,0	25,68	2,165
	40-80	7,88	593,4	26,77	1,670
	80-137	7,89	549,5	27,79	0,980
	137-150	7,88	520,9	29,62	0,840
5	0-55	7,99	502,5	27,98	1,360
	55-110	8,04	500,7	32,66	0,915

Birecki ve Ark. (1968)'e atfen Hakgören (1972) tarafından toprakların organik madde miktarına göre sınıflaması Çizelge 4.3'te verilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre, araştırma alanındaki toprak örneklerinin % 58.8'inin organik madde miktarı az, % 41.2'sinin ise orta düzeydedir.

Topraklarda organik madde miktarına iklim, toprak tekstürü, toprak reaksiyonu, topoğrafya, drenaj, bitki örtüsü ve toprak işleme metotları etki etmektedir (Ergene, 1987). Nitekim Tanchandiphongs ve Davidson (1970), yaptıkları çalışmada anızlı malç uygulamasının, işlenmiş topraklarla karşılaştırıldığında, profilin ilk 15-30 cm'lik kısmında organik maddeyi önemli ölçüde arttırdığını ve agregat stabilitesini yükselttiğini belirtmektedir. Araştırma alanı topraklarının az ve orta düzeyde organik maddeye sahip olmasında iklim, uygulanan tarım şekli, yeteri kadar organik gübre kullanılmamasının etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Toprakların Organik Madde Miktarının Sınıflandırılması

Organik Madde Sınıfı	Organik Madde, %
Çok az	<0.5
Az	0.5- 1.5
Orta	1.5- 2.5
Yüksek	2.5- 6.0
Çok yüksek	6.0-15.0
Fevkalede Yüksek	15.0-30.0

Araştırma alanında verimliliği arttırabilmek için organik madde miktarının yeşil gübre, çiftlik gübresi, suni gübre veya bitki artıklarının toprağa ilavesi yolu ile arttırılması gerekmektedir (Brady, 1984).

4.2.2. Kireç

Araştırma alanı topraklarında tespit edilen kireç miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere toprak örneklerinin kireç miktarları % 24.95 ile % 32.66 arasında değişiklik göstermektedir.

Toprakların kireç miktarına göre sınıflandırılması Çizelge 4.4'de verilmiştir (T.O.K.B., 1988). Çizelge 4.4'deki değerler dikkate alındığında, araştırma alanı topraklarının tamamının aşırı kireçli sınıfına girdiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Toprakların Kireç Miktarına Göre Sınıflandırılması (T.O.K.B., 1988)

Karbonat (CaCO ₃), %	Kireçlilik Durumu
0-2.5	Düşük
2.6-5.0	Kireçli
5.1-10.0	Yüksek
10.1-20.0	Çok Yüksek
20.0'den fazla	Aşırı

Profil 2, 3, 4 ve 5'te, alt katlara doğru gittikçe kireç miktarının arttığı görülmektedir. Akdeniz havzasının alüviyal topraklar grubuna giren araştırma alanı toprakları, dördüncü zamanda oluşmuş genç topraklar olduğundan yıkama ile kirecin alt katlara doğru gittiği söylenemez. Havzanın yukarı kısmının jeolojik materyali genellikle kalker kayası olduğundan, bunların ayrışma ürünleri olan havza alüviyal toprakları da genellikle kuvvetli kalkerlilik arz etmektedir (Topraksu, 1970).

4.2.3. Elektriksel İletkenlik

Toprak örneklerinin saturasyon ekstraktından saptanan elektriksel iletkenlik değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0.1118 mmhos/cm ile 0.8296 mmhos/cm arasında değişiklik göstermektedir.

Elektriksel iletkenliğe dayanarak toplam tuz yüzdesi Çizelge 4.5'te verilmiştir (Tüzüner, 1990). Çizelgeye göre, araştırma alanı topraklarının tamamı tuzsuz toprak sınıfına girmektedir. Bir başka ifade ile, toprakların tamamının toplam tuz yüzdesi 0.00-0.15, arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5 Tuz Kapsamına Göre Toprakların Durumu

Toplam Tuz, %	Elektriksel İletkenlik ($EC_{25} \times 10^3$, mmhos/cm)	Tuzluluk Derecesi
0.00-0.15	0-4	Tuzsuz
0.15-0.35	4-8	Hafif Tuzlu
0.35-0.65	8-15	Orta Derecede Tuzlu
>0.65	>15	Çok Fazla Tuzlu

Araştırma alanı topraklarında fazla tuzluluk ve sodiklik zararının olmadığını, bu topraklarda yetiştirilen bitkilerin tuzluluk ve sodiklikten zarar görmeyeceğini söylemek mümkündür. Ancak, özellikle geçirgenliğin düşük ve taban suyunun yüksek olduğu beş numaralı profilin bulunduğu araştırma alanı topraklarında, iyi drenaj koşulları sağlanamadığında tuzluluk sorununun ortaya çıkabileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

4.2.4. Toprak Reaksiyonu

Araştırma alanı topraklarının saturasyon ekstraktından ölçülen pH değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, toprak örneklerinin pH değerleri 7.37 ile 8.05 arasında değişmektedir.

Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.6'da verilmektedir (Ergene, 1987). Çizelgeye göre araştırma alanı topraklarının % 35'i hafif alkali, % 65'i ise orta derecede alkali toprak sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.6. Toprakların pH Değerlerine Göre Reaksiyonları (Ergene, 1987)

Reaksiyon	pH Değeri	Reaksiyon	pH Değeri
Fevkalade asit	<4.5	Nötr	6.6-7.3
Çok Kuvvetli Asit	4.5-5.0	Hafif Alkali	7.4-7.8
Kuvvetli Asit	5.1-5.5	Orta Derecede Alkali	7.9-8.4
Orta Derecede Asit	5.6-6.0	Kuvvetli Alkali	8.5-9.0
Hafif Asit	6.1-6.5	Çok Kuvvetli Alkali	>9.1

Kültür topraklarının pH değerleri 3 ile 10 arasında değişmektedir (Ünal ve Başkaya, 1981). Toprak pH değeri 7'nin üzerinde olduğu takdirde, toprakta fazla miktarda CaCO_3 var demektir. Nitrojen, fosfor, potasyum, kükürt, kalsiyum ve magnezyum gibi bitki besin elementleri en fazla 6.5-7.0 pH değeri civarında çözümlenir ve dolayısı ile yarayışlı durumdadırlar (Akalan, 1983). Bu nedenle, pH değerleri 7.37'den 8.05'e kadar değişen araştırma alanı topraklarında, bitki besin elementlerinin yarayışlı formda tutulmaları sorun olabilecektir. Bunu önlemek için toprakların reaksiyonları, kükürt veya fizyolojik asit karakterli gübreler (amonyum sülfat) kullanılarak düşürülebilir.

4.3. Toprak-Su ilişkileri

4.3.1. İnfiltrasyon

Araştırma alanında, profil çukurları açılan yerlerin hemen yakınlarında belirlenen infiltrasyon hızları, toprağa sızan su derinliği, zamanın fonksiyonu olarak yığışımlı infiltrasyon ve infiltrasyon hızı eşitlikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 incelendiğinde, araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızlarının 0.60 cm/saat (Profil 1) ile 2.45 cm/saat (Profil 2) arasında değiştiği görülmektedir.

Sulamada suyun toprağa verilmesinde, sulama yöntemleri için uygun akış uzunluğu ve sulama zamanının saptanmasında ve yüzey akışın bulunmasında gerekli bir planlama verisi olan infiltrasyon hızına toprağın fiziksel özellikleri, toprak yüzeyinin örtü durumu, toprağın nem içeriği ve sıcaklık gibi birçok faktör etki etmektedir (Sönmez ve Ark., 1984). Toprakların infiltrasyon hızına etki eden faktörlerin çok çeşitli oluşu, toprakların infiltrasyon hızlarına göre sınıflandırılmalarını güçleştirmektedir (Özdengiz, 1970). Bununla beraber, Munsuz (1982) tarafında verilen sınıflandırma esas alınarak Çizelge 4.8'de, topraklar infiltrasyon hızlarına göre sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 4.7'de, beş ayrı yerde yapılan infiltrasyon ölçüm değerleri, Çizelge 4.8 dikkate alınarak sınıflandırma yapıldığında 1, 3, 4 ve 5 numaralı profillerin infiltrasyon hızlarının "orta derecede yavaş", 2 Numaralı profilin ise "orta" sınıfına girdiği görülmektedir. İki numaralı profilde infiltrasyon hızının diğer profillere göre biraz yüksek olması, 0-40 cm'lik ilk katmanda kaba gözenek miktarının (% 20.23)

Çizelge 4.7. Araştırma Alanının İnfiltrasyon Hızı ve Yağışlı İnfiltrasyon Denklemleri

Profil No	Bitki Örtüsü	Deneme Süresi (Dak.)	Sabit İnfiltrasyon Hızı, cm/saat	Toprağa Sızan Su Derinliği cm	Yağışlı İnfiltrasyon Denklemi $D=K.t^n$	İnfiltrasyon Hızı Denklemi $I=K.t^{-n}$
1	Mısır	360	0,60	5,30	$D=0,45.t^{0,396}$	$I=10,55.t^{-0,606}$
2	Narenciye	360	2,45	20,75	$D=1,15.t^{0,461}$	$I=41,0.t^{-0,548}$
3	Soya	300	0,70	6,70	$D=1,18.t^{0,273}$	$I=30,0.t^{-0,747}$
4	Soya	240	1,57	8,70	$D=0,32.t^{0,613}$	$I=25,0.t^{-0,521}$
5	Soya	240	1,63	8,90	$D=0,49.t^{0,508}$	$I=14,45.t^{-0,491}$

yüksek olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.8. Toprakların İnfiltrasyon Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Munsuz, 1982)

İnfiltrasyon Sınıfı	İnfiltrasyon Hızı, cm/saat
Çok Hızlı	>25.4
Hızlı	12.7-25.4
Orta Derecede Hızlı	6.3-12.7
Orta	2.0-6.3
Orta Derecede Yavaş	0.5-2.0
Yavaş	0.1-0.5
Çok Yavaş	<0.1

Toprağa infiltre olan toplam su miktarı $D=K.t^n$ ve infiltrasyon hızı ise $I=K.t^{-n}$ şeklinde ifade edilmektedir (Baver, 1972; Hillel, 1980b). Çizelge 4.7'deki yığışımli infiltrasyon denklemleri gözden geçirildiğinde, K değerinin 0.32 (Profil 4) ile 1.18 (Profil 3) arasında, n değerinin ise 0.273 (Profil 3) ile 0.613 (Profil 4) arasında değiştiği görülmektedir. Aynı çizelgeden infiltrasyon hızı denklemleri incelendiğinde K değerinin 10.55 (Profil 1) ile 41.0 (Profil 2) arasında, n değerinin ise -0.491 (Profil 5) ile -0.747 (Profil 3) arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.7'deki gerek yığışımli infiltrasyon gerekse infiltrasyon hızı denklemleri ile Çizelge 4.1'deki infiltrasyon hızında etkili olan ilk katmanlar birlikte incelendiğinde, aynı bünyeye sahip toprakların bile farklı denklemlerle ifade edildiği görülmektedir. Yukarıdaki sonuçlardan, her toprak sınıfının, yığışımli infiltrasyon ve infiltrasyon hızı bakımından tek denklemlerle ifade edilemeyeceğini göstermektedir. Bu nedenle, geliştirilen denklemlerin o deneme yerinin temsil ettiği dar saha için kullanılmasında fayda vardır.

(Özdengiz, 1970).

Araştırma alanı topraklarının log-log kağıda çizilerek elde edilen infiltrasyon hızı ve yığışımli infiltrasyon denklemleri Ek Şekil 4.1-4.5'de, infiltrasyon hızının ve yığışımli infiltrasyon miktarının zamana bağlı olarak değişimi ise Ek Şekil 4.6 - 4.8'de verilmektedir. Ek Şekil 4.6 - 4.8 incelendiğinde, bir, iki ve üç numaralı profillerde infiltrasyon hızı eğrisinin çok hızlı bir şekilde düştüğü görülmektedir. Bu hızlı düşüşün nedeni, bir ve iki numaralı profillerde kaba gözeneklerin nisbeten fazla olması ve toprağın başlangıç nem içeriğinin düşük olması olabilir (Hillel, 1980b).

Araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızları genellikle "orta derecede yavaş" sınıfına girdiğinden, yapılacak sulama uygulamalarında, su uygulama randımının arttıracak ve yüzey akış kaybını azaltacak bir sulama yönteminin seçilmesine özen gösterilmelidir.

4.3.2. Toprak Karakteristik Eğrileri

Toprakların doygunluk ($pF=0$) ile devamlı solma noktası ($pF=4.2$) arasında çeşitli tansiyonlarda tuttuğu su miktarları Çizelge 4.9'da, bu verilere bağlı olarak çizilen toprak karakteristik eğrileri ise Ek Şekil 4.9-4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.9'da ayrıca, her katmana ait kullanılabilir su kapasitesi hacimsel su içeriği (P_v , %) olarak verilmiştir.

Bitki gelişimi yönünden topraktaki su miktarının alt sınırını, solma noktasını temsil eden 15 atmosfer ($pF=4.2$) emme kuvvetinde tutulan su miktarı ve üst sınırını ise tarla kapasitesini temsil eden ve toprakta 0.33 atmosfer ($pF=2.53$) emme kuvvetinde tutulan su miktarı oluşturmaktadır (Güngör ve Yıldırım, 1989).

Çizelge 4.9. Çeşitli Tansiyonlarda Tutulan Su Miktarları

Profil No	Katman Derinliği cm	Uygulanan Tansiyon ve Tutulan Su Miktarı, Pv,%							Kullanılabilir Su, % Pv
		Atmosfer							
		0.00	0.10	0.33	1.00	5.00	8.00	15.00	
		pF							
		0.00	2.00	2.53	3.01	3.71	3.92	4.2	
1	0-28	55.03	48.61	30.97	26.98	19.38	17.01	14.49	16.48
	28-70	41.17	37.99	34.88	32.05	29.39	24.41	21.16	13.72
	70-120	41.22	37.49	33.82	29.96	23.48	20.86	18.23	15.59
	120-150	41.75	37.87	34.10	30.73	24.39	21.04	19.34	14.76
2	0-40	53.63	45.32	30.77	28.07	21.41	18.88	15.65	15.12
	40-85	41.53	37.76	33.55	30.54	23.37	20.84	18.73	14.82
	85-105	39.38	35.86	31.84	27.37	21.89	19.59	17.41	14.43
	105-150	42.58	36.86	31.05	24.89	19.62	17.96	16.06	14.99
3	0-43	43.94	41.71	39.76	38.00	31.25	30.35	26.78	12.98
	43-110	48.84	41.76	37.24	35.84	26.71	24.93	21.85	15.39
	110-150	47.78	43.06	37.35	33.82	25.86	23.05	20.26	17.09
4	0-40	42.63	38.47	36.44	35.18	29.80	27.50	25.66	10.78
	40-80	44.68	37.75	34.43	32.46	23.42	21.56	20.26	14.17
	80-137	42.53	37.95	32.57	30.12	24.08	21.97	21.17	11.40
	137-150	45.95	39.81	36.12	33.55	25.46	23.07	22.52	13.60
5	0-55	45.78	40.01	34.00	29.82	27.20	26.07	25.18	8.82
	55-110	42.29	36.73	32.04	27.17	21.65	19.97	19.57	12.47

Çizelge 4.9 incelendiğinde, toprakların tarla kapasitesi değerleri, hacim olarak, % 30.77 (Profil 2, 0-40 cm) ile % 39.76 (Profil 3, 0-43 cm); solma noktası değerleri ise % 14.49 (Profil 1, 0-28 cm) ile % 26.78 (Profil 3, 0-43 cm) arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.1 ve 4.9 incelendiğinde, en yüksek tarla kapasitesi değerinin (% 39.76) saptandığı katmanda kil içeriğinin de % 46.48 ile en yüksek değer olduğu görülecektir. Ancak, üç numaralı profilin bu katmanında solma noktası (% 26.78) yüksek olduğundan faydalı su miktarı düşüktür. Buna benzer durum dört ve beş numaralı profillerin ilk katmanlarında da görülmektedir. Çizelge 4.1 ve 4.9 birlikte incelendiğinde, tarla kapasitesi ile kil miktarı arasında $y=25.4+0.25.x$ ($r=0.77$) ve solma noktası ile kil miktarı arasında $y=11.41+0.25.x$ ($r=0.57$) gibi önemli pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Tarla kapasitesi ile kum miktarı arasında $y=40.0-0.25.x$ ($r=-0.75$) şeklinde negatif ve solma noktası ile kum miktarı arasında $y=25.93-0.25.x$ ($r=-0.54$) şeklinde gene negatif bir ilişki bulunmuştur. Elde edilen değerler diğer araştırmacıların buldukları değerler ile çok büyük bir uyuma göstermektedir (Özkan, 1974; Yeşilsoy ve Ark., 1984; Tuncay ve Ark., 1991).

Araştırma alanı topraklarında kil içeriğinin artması ile kullanılabilir nemin azaldığı, silt içeriğinin artması ile yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum Jamison ve Kroth (1958)'un çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.1 ve 4.9 incelendiğinde, kullanılabilir su kapasitesinin orta büyüklükteki (3-30 mikron) gözleklerin artması ile orantılı olarak arttığı görülmektedir. Bu durum, özellikle de bir numaralı profilin birinci katmanında ve üç numaralı profilin üçüncü katmanında gözlenmektedir.

Ek Şekil 4.9-4.13'de verilen toprak karakteristik eğrileri incelendiğinde, eğrilerin, orta ve ağır bünyeli toprakların karakteristik eğrilerine benzer şekilde düşük bir eğimle, yavaş yavaş azaldığı görülmektedir (Bouma, 1977).

Araştırma alanı topraklarının karakteristik eğrileri her profil için farklı olduğundan, tespit edilen değerlerin o profilin temsil ettiği dar saha için kullanılması ve yapılacak sulama uygulamalarında Çizelge 4.9'da verilen değerlerin dikkate alınması pratik yararlar sağlayacaktır.

4.3.3. Hidrolik İletkenlik

Araştırma alanındaki toprak örneklerine ait hidrolik iletkenlik değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere, toprak örneklerinin hidrolik iletkenlik değerleri 0.62 cm/saat (Profil 3, 0-43 cm) ile 4.25 cm/saat (Profil 1, 120-150 cm) arasında değişmektedir. Toprak örneklerinin hidrolik iletkenlik değerleri Çizelge 4.10'da verilen sınıflamaya tabi tutulduğunda % 65'i "orta yavaş" ve % 35'i ise "orta" geçirgenlik sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.10. USDA-SCS'ye Göre Permeabilite Sınıfları (Horn, 1971).

Permeabilite Sınıfı	Permeabilite Hızı, cm/saat
Çok Yavaş	<0.125
Yavaş	0.125-0.50
Orta Yavaş	0.5-2.00
Orta	2.0-6.25
Orta Hızlı	6.25-12.50
Hızlı	12.25-25.00
Çok Hızlı	>25.00

Genel olarak, profil katlarında kaba gözenek miktarı arttığında hidrolik iletkenlik değerleri de artmaktadır. Nitekim Southard and Buol (1988)'da toprakta satüre su hareketinde kaba gözeneklerin etkin olduğunu açıklamaktadırlar.

Profil 1'in 28-70 cm, Profil 2'nin 85-105 cm ve Profil 4'ün 80-137 cm katmanlarında hidrolik iletkenliğin poroziteye bağlı olarak azalması, toprak içerisinde suyun yavaş hareket etmesine ve hava geçirgenliğinin düşük olmasına neden olabilecektir (Hakgören, 1972). Profile giren ve profilde hareket eden suyun miktarını en az geçirgen olan horizonun permeabilitesi tayin edeceğinden (Yeşilsoy, 1966), anılan profillerin üst katmanlarında su birikmesi olabilecek ve bu da bitkiler için gelişmeyi engelleyecek bir faktör olacaktır. Bunu önlemek için, iyi bir drenaj, özellikle de iyi bir yüzey drenaj sisteminin planlanması ve kaba gözenek miktarını artırıcı kültürel önlemlerin alınması yararlı olacaktır (Oğuzer, 1985)

5. ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarından elde edilen verilere göre, önerilebilecek sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Beş numaralı profil civarında düşük olan porozite miktarı derin toprak işleme, yeşil gübre ve çiftlik gübresi uygulanarak arttırılmalıdır. Yeşil gübre ve çiftlik gübresinin toprağa verilmesi, organik maddece zayıf olan araştırma alanı topraklarının strüktür yönünden geliştirilerek iyileştirilmesine önemli etki edecektir.

2. Önemli bitki besin elementleri en fazla 6.5-7.0 pH değerinde yarayışlı olduğundan, pH değerleri 7.37 ile 8.05 arasında değişen araştırma alanı topraklarında kükürt veya fizyolojik asit karakterli gübreler uygulanarak pH değeri düşürülebilir. Ancak uygulanacak kimyasal maddelerin miktarı dikkatli bir şekilde belirlenmelidir.

3. Araştırma alanında uygulanan sulama yöntemleri yüzey sulama yönteminin özel şekilleri olan uzun tava ve adi salma sulama yöntemidir. Ancak, ince bünyeli topraklarda tava yöntemi, kabuk oluşumuna neden olarak bitki çimlenmesini güçleştirdiği gibi bu toprakların zaten düşük olan hava kapasitesinin daha da azalmasına ve sonuçta bitki köklerinin havasızlıktan zarar görmesine neden olur. Karık ile sulamada toprak yüzeyinin sadece bir kısmı ıslanacağından buharlaşma kayıpları diğer yüzey ve yağmurlama yöntemi ile yapılan sulamalardan daha az olacaktır. Araştırma alanında karık sulama, mekanizasyona da en kolay olanak tanıyan sulama yöntemi olduğundan diğer yüzey sulama yöntemlerinin yerini alabilir.

4. Araştırma alanında farklı yerlerde yapılan testlerde infiltrasyon hızlarının "orta derecede yavaş" sınıfa girdiği görülmektedir. Sulama uygulamalarında yüksek infiltrasyon hızları ekonomik olmayan kısa akış uzunluklarını ve yavaş infiltrasyon hızları ise büyük akış uzunluklarını gerektirir. Bu nedenle, sulama yöntemleri planlanırken infiltrasyon değerleri gözönünde bulundurularak sulama yöntemleri bu verilere göre planlanmalı, optimum akış uzunlukları arazide yapılacak deneylerle saptanmalı ve yüzey akış kayıpları azaltılarak sulama randımanları arttırılmalıdır.

5. Aksu Çayı aynı zamanda doğal drenaj kanalı görevini görmekte ancak, yeterli olmadığı görülmektedir. Özellikle beş numaralı profil civarında taban suyu yazın dahi 100 cm'ye kadar yükselmektedir. Toprakların hidrolik iletkenlikleri genellikle "orta yavaş" ve "yavaş" olduğundan fazla suların tahliyesi için iyi bir yüzey drenaj sistemi planlanmalı ve halen varolan drenaj tahliye kanallarının her yıl düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akalan, I. 1983. Toprak Bilgisi, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 878, 346 s.
- Anderson, S.H., C.J. Gantzer., J.M. Boone., R.J.Tully. 1988. Rapid Nondestructive Bulk Density and Soil-Water Content Determination by Computed Tomography, Soil Sci. Soc. Am. J. 52 (1), 35-40.
- Aran, A. 1985. Çeşitli Tarla Kapasitesi Tayin Yöntemlerinin Karşılaştırılması, T.O.K.B. Köy Hiz. Gn. Md. Konya Araş. Enst. Md. Yay., Gn. Yayın No:103, Rapor Serisi No:85, Konya.
- Arya, L.M., J.F. Paris. 1981. A Physicoempirical Model to Predict the Soil Moisture charecteristic from Particle Size Distribution and Bulk Density Data, Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 1023-1030.
- Ayyıldız, M., E. Benli. 1972. Infiltrasyon Hızının Tayininde Kullanılan Metotların Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma, Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı-1972, Fasikül: 3-4, 378-390.
- Bahtiyar, M. 1979. Satüre Topraklarda Su Hareketi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 10 (1-2), 231-243
- Baver, L.D., W.H. Gardner., W.R. Gardner. 1972. Soil Physics. John Wiley and Sons Inc. New York, 498s.
- Bendixen, T.W., M.F. Hershberger., C.S. Slater. 1948. A Basis for Classifaying Soil Permeabilities. J. of Agricultural Research, 77 (5), 157-168.

- Berkman, I. 1968. Toprak Fiziği Ders Notları (teksir). Atatürk Üniv Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Erzurum, 86 s.
- Biswas, T.D., D.R. Nielsen, J.W. Biggar. 1966. Redistribution of Soil Water after Infiltration. Water Resources Research, 2 (3), 513-523.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Inc. Wisconsin, USA.
- Bouma, J. 1977. Soil Survey and the Study of Water in Unsaturated Soil. Soil Survey Institute, Wageningen, The Netherlands, 107 s.
- Brady, N.C. 1984. The Nature and Properties of Soils. Mac Millan Publishing Co. New York, 737 s.
- Brakensiek, D.L., R.K. Frevert. 1961. Analysis and Application of Infiltrometer Test. Transaction of the ASAE, 4 (1), 75-82.
- Brooks, R.H., R.C. Reeve. 1959. Measurement of Air and Water Permeability of Soils. Transaction of the ASAE, 2 (1), 125-126, 128.
- Chawla, K.L., B.K. Khosla, D.R. Sharma. 1983. Hydraulic Properties of a Sandy Loam Soil as Influenced by Salinisation and Desalinisation. Irrigation Science, 4 (4), 247-254.
- Cosby, B.J., G.M. Hornberger, R.B. Clapp, T.R. Ginn. 1984. A Statistical Expolaration of the Relationship of Soil Moisture Charecteristics to the Physical Properties of Soils. Water Resources Research, 20 (6), 682-690.

- Dahiya, I.S., D.J. Dahiya, M.S. Ruhad, S.P.S. Karvasra. 1988. Statistical Equations for Estimating Field Capacity, Wilting Point and Available Water Capacity of Soils from their Saturation Percentage. The Journal of Agricultural Sciences, 110 (3), 515-520.
- Decker, G.J. 1953. Application of Soil Moisture Charecteristic Curve. Agricultural Engineering, 34 (1), 96-97, 102.
- De Jong, R., C.A. Campbell, W. Nicholaichuk. 1983. Water Retention Equations and their Relationship to Soil Organic Matter and Particle Size Distribution for Disturbed Samples. Can. J. Soil Sci., 63, 291-302.
- D.S.I., 1971. Aşağı Aksu Projesi Aksu Ovası Detaylı Arazi Tasnif ve Sağ Sahil Drenaj Raporu Cilt II. E.T.K.B. D.S.I. Gn. Md. Etüt Raporları No: 17-569, Ankara.
- Ergene, A. 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları No: 635, Zir. Fak. Yay. No: 289, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum, 370 s.
- Ertuğrul, H. 1968. Erzurum Ovası Topraklarında Faydalanma Şekli ve Mevki'in Toprakların Sulama ile ilgili Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Tesiri. Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum, 53 s.
- Ertuğrul, H. 1971. Erzurum Ovası Topraklarında Toprak-Su Münasebetleri ve Ovanın Sulama Suyu İhtiyacı Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Yay. No: 128, Zir. Fak. Yay. No: 61, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum, 98 s.

- Ertuğrul, H., F. Hakgören. 1973a. Farklı Sürüm Derinliklerinin Toprakların İnfiltrasyon Hızlarına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir.Fak. Dergisi 4 (3), 17-30, (Ayrı Baskı).
- Ertuğrul, H., F. Hakgören. 1973b. İnfiltrasyon Hızının Tespitinde Kullanılan Sabit Seviyeli Çift Silindirli İnfiltrometre İle Sabit Seviyeli Karık İnfiltrometre Metotlarının Mukayesesi Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 4 (2), 97-113.
- Gumbs, F.A., B.P. Warkentin. 1972. The Effect of Bulk Density and Initial Water Content on İnfiltration in Clay Soil Samples. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 36 (5), 720-724.
- Gündoğdu, K.S., A.Yazar. 1992. Doygun Koşullarda Hidrolik İletkenlik Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 9, 13-23.
- Güngör, Y., O. Yıldırım. 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yay: 1155, A.Ü. Zir. Fak. Ofset Basım Ünitesi, 371 s.
- Hakgören, F. 1972. Yukarı Pasinler Ovası Toprak ve SU Kooperatif Sahasındaki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri, Çözüm Yolları ile Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Erzurum, 188 s.
- Hanks, R.J. 1965. Estimating İnfiltration from Soil Moisture Properties. J. Soil Water Conservation, 20, 49-51.

- Hansen, V.E. 1955. Infiltration and Soil Water Movement during Irrigation. Soil Sci. Soc. Am. 79, 93-105.
- Haverkamp, R., J.Y. Parlange. 1986. Predicting the Water Retention Curve from Particle-Size Distribution: 1. Sandy Soils without Organic Matter. Soil Sci., 142 (6), 325-339.
- Hillel, D. 1980a. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press. Inc. New York, 413 s.
- Hillel, D. 1980b. Application of Soil Physics. Academic Press. Inc. New York, 385 s.
- Horn, M.E. 1971. Estimating Soil Permeability Rates. J. of the Irrigation Drainage Division, 97, (IR2), 263-274.
- Jamison, V.C., E.M. Kroth. 1958. Available Moisture Storage Capacity and Organic Matter Of Several Missouri Soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 22 (3), 189-192.
- Karaca, M., N. Munsuz. 1984. Nadas Toprak İşlemesi Derinlik ve Yöntemlerinin Infiltrasyona Etkileri. Ank. Univ. Fen Bil. Enst. Yayın No: TO.1, Ankara.
- Kettaş, F., A. Berkman, M.Ş. Yeşilsoy, M. Aydın. 1991. Determination of Soil Water Characteristics of Widely Distributed Soil Series in the Harran Plain. Soils of the Harran Plain, TÜBİTAK-TOAG-534, 21-30.
- Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis, Part 1. America Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

- Leamer, R.W., J.F. Lutz. 1940. Determination of Pore Size Distribution in Soils. Soil Science, 49, 347-360.
- Luxmoore, R.J. 1981. Micro-, Meso-, and Macroporosity of Soils. Soil Sci. Am. J. 45, 671.
- Mannering J.V., L.D. Meyer. 1963. The Effect of Various Rates of Surface Mulch on Infiltration and Erosion. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27, 84-86.
- Marshall, T.J., J.W. Holmes. 1988. Soil Physics. second Edition, Cambridge University Press. Cambridge, 374 s.
- Messing, I. 1989. Estimation of the Saturated Hydraulic Conductivity in Clay Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 53 (3), 665-668.
- Meteoroloji Bülteni. 1984. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Munsuz, N. 1982. Toprak-Su İlişkileri. Ank. Univ. Ziraat Fak. Yay. No:798, Ank. Univ. Basımevi, Ankara, 241 s.
- Obi, M.E., P.C. Nnabude. 1988. The Effect of Different Management Practices on the Physical Properties of a Sandy Loam Soil in Southern Nigeria. Soil Tillage Research, 12 (1), 81-90.
- Oğuzer, V. 1985. Drenaj ve Arazi Islahı. Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Notu Yay. No: 137, Adana.
- Özbek, H. 1969. Ankara Çubuk Vadisi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ank. Univ. Zir. Fak. Yay.: 337, A.Ü. Basımevi, Ankara, 85 s.

- Özbek, H., M.Ş. Yeşilsoy, N. Güzel, A. Berkman, S.Kapur . 1977. Genel Toprak Bilimi Uygulama Notları (Teksir). Ç.Ü.Zir.Fak. Toprak Böl. Adana.
- Özdengiz, A. 1970. Iğdır Ovası Sulama Şebekesinin Bugünkü Durumu, Şebeke Dahilindeki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Yay. No: 280, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Özdengiz, A. 1992. Bitki Su Tüketimi ve Rasyonel Bir Sulamanın Ana İlkeleri. IV.Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 1-14, 24-26 Haziran 1992, Erzurum.
- Özkan, A.I. 1974. Polatlı Devlet Üretme Çiftliği Topraklarının önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bu Özellikler Arasındaki İlişkiler. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 625, Ankara.
- Özkan, I. 1985. Toprak Fiziği. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay.No: 946, Ank. Üniv. Basımevi, Ankara, 171 s.
- Petrova, M.V., P.M. Sapozhnikov, A.A. Üstinov. 1987. Statistical Models of Soil Water Retention Curves. Soviet Soil Science, 19 (4), 108-118.
- Radulovich, R., E. Solarzano, P. Sollins. 1989. Soil Macropore Size Distribution from Water Break-through Curves. Soil Sci. Soc. Am. J., 53 (2), 556-559.
- Rauzi, F. 1963. Water Intake and Plant Composition as Affected by Differential Grazing on Rangeland. J. of Soil Water Conservation, 18 (3), 114-116.

- Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, R.I. Papendick. 1986. Estimating Generalized Soil-Water Characteristic from Texture. Soil Sci. Soc. Am. J., 50, 1031-1036.
- Scofield, C.S. 1945. The Measurement of Soil Water. J. of Agricultural Research., 71 (9), 385-387.
- Shockly, D.R. 1955. Capacity of Soil to Hold Moisture. Agricultural Engineering, 36 (2), 109-112.
- Slater, R.K. 1935. The pF of Water in Soil. 3rd Int. Cong. Soil Sci. Tran., 2, 37-47.
- Slater, C.S. 1957. Cylindir Infiltrometer for Determining Rates of Infiltration. Soil Sci. Soc. Proc. 81, 457-460.
- Southard, R.J., S.W. Buol. 1988. Subsoil Saturated Hydraulic Conductivity in Relation to Soil Properties in the North Carolina Costal Plain. Soil Sc. Soc. Am. J., 52 (4), 1091-1094.
- Sönmez, K. 1980. Horton, Kostyakov ve Philip Infiltrasyon Eşitliklerinin Tarla Koşullarında Denenmesi. Atatürk Üniv. Yay. 530, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum.
- Sönmez, N. 1960a. Sulama ile ilgili önemli Toprak Suyu Çeşitleri ve Bunların Ölçülmeleri. Ank. Üniv. Zir. Fak. 1960 Yıllığı Fasikül'den Ayrı Basım.
- Sönmez, N. 1960b. Hidrolik Kondaktivite ve Burgu Deliği (Auger Hole) Metodu ile Taban Suyu Seviyesi Altında Hidrolik Kondaktivitenin Ölçülmesi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 164.

- Sönmez, N., A. Balaban, E. Benli. 1984. Kültürteknik. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 911, Ankara, 335 s.
- Tabiehzad, H., I. Özkan. 1991. Sıkışmanın Toprakta Boşlukların Miktarı ve Büyüklükleri ile Hidrolik İletkenliğe Etkileri. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 15 (1), 146-154.
- Tanchandirphongs, S., J.M. Davidson. 1970. Bulk density, Aggregate Stability and Organic Matter Content as Influenced by two Wheatland Soil Management Practices. Soil Sci. Am. Proc., 34 (2), 302-305.
- Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. 1988. Yaprak ve Toprak Analiz Metotları. T.O.K.B. Zeytincilik Araştırma Enst., Bornova, 26 s.
- Tekinel, O., B. Çevik, V. Oğuzer. 1991. Çukurovada Kültürteknik Sorunları ve Çözüm Önerileri. Çukurova 1. Tarım Kongresi, 9-11 Ocak 1991, Adana.
- Topraksu. 1970. Antalya Havzası Toprakları. K.I.B. Yay. No: 145, Topraksu Gn. Md. Yay. No:235, Ankara, 178 s.
- Tuncay, H., A. Taysun, B. Okur, H. Uysal. 1991. Gediz Havzası Sulanabilir Alüviyal Topraklarında, Önemli Nem Konstantları ile Toprakların Diğer Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 28 (1), 49-64.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.O.K.I.B. Köy Hiz. Gn. Md. Ankara, 375 s.
- Unger, P.W. 1992. Infiltration of Simulated Rainfall:

Tillage System and Crop Residue Effects. Soil Sci. Soc. Am. J., 56, 283-289.

Ünal, H., H. Başkaya. 1981. Toprak Kimyası. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 759, A.Ü. Zir. Fak. Basımevi, Ankara, 270 s.

Walker, W.R., Skogerboe, G.V. 1987. Surface Irrigation, Theory and Practice. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 386 s.

Wischmeier, W.H., J.V. Mannering. 1963. Effect of Organic Matter Content of the Soil on Infiltration. J. of Soil and Water Conservation., 20, 150-152.

Yazar, A. 1985. Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine ve Mısır Verimine Etkisi. Doğa Bilim Dergisi, D2, 9 (2), 221-230.

Yeşilsoy, M.Ş. 1966. Toprak Fiziksel Analizlerinin Pratik Değerleri. Topraksu Dergisi, Sayı:24, 27-34. (Çeviri).

Yeşilsoy, M.Ş. 1967. Toprakta Katı, Sıvı ve Boşluk Fazlarının Münasebeti ve Ziraatteki Önemi. Topraksu Dergisi, Sayı: 26, 27-33, Ankara.

Yeşilsoy, M.Ş. 1968. Toprak Strüktür Stabilitesi Tayini Tar.Bak. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Tek. Yayını, Sayı 17, Ankara.

Yeşilsoy, M.Ş. I.Güzeliş. 1969. Toprakta Özgül Ağırlık ve Hacim Ağırlığı Tayin Metodları. Tar. Bak. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Tek. Yay., Sayı: 15, Ankara.

Yeşilsoy, M.Ş., C.Kırda, A. Berkman, M. Sayın, N. Güzel, B. Tunçgöğüs. 1984. Seyhan, Berdan ve Göksu Ovalarının Topraklarının Su Tutma Karakteristikleriyle Diğer Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Doğa Bilim Dergisi, D2, 8 (1), 73-85.

Yeşilsoy, M.Ş., M. Pala. 1985. Toprak Fiziğinin Temel Kuralları. Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 174, Ank. Üniv. Basımevi, Ankara, 173 s, (Çeviri).

Yeşilsoy, M.Ş., M. Aydın. 1991. Toprak Fiziği. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 124, Adana, 228 s.

Youngs, E.G. 1987. Estimating Hydraulic Conductivity Values from Ring Infiltrometer Measurements. J. Of Soil Science, 38, 623-632.

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Erzincan'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Erzincan'da tamamladıktan sonra, 1983 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültür-tekniK bölümüne girdim. Bu bölümden 1987 yılında mezun oldum. 1990-91 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalının master öğrenimi için açtığı sınavı başararak bir yıl İngilizce Hazırlık Sınıfına devam ettim. 1991 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik bölümüne araştırma görevlisi olarak girdim ve aynı yıl master öğrenimine başladım. Halen Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim.

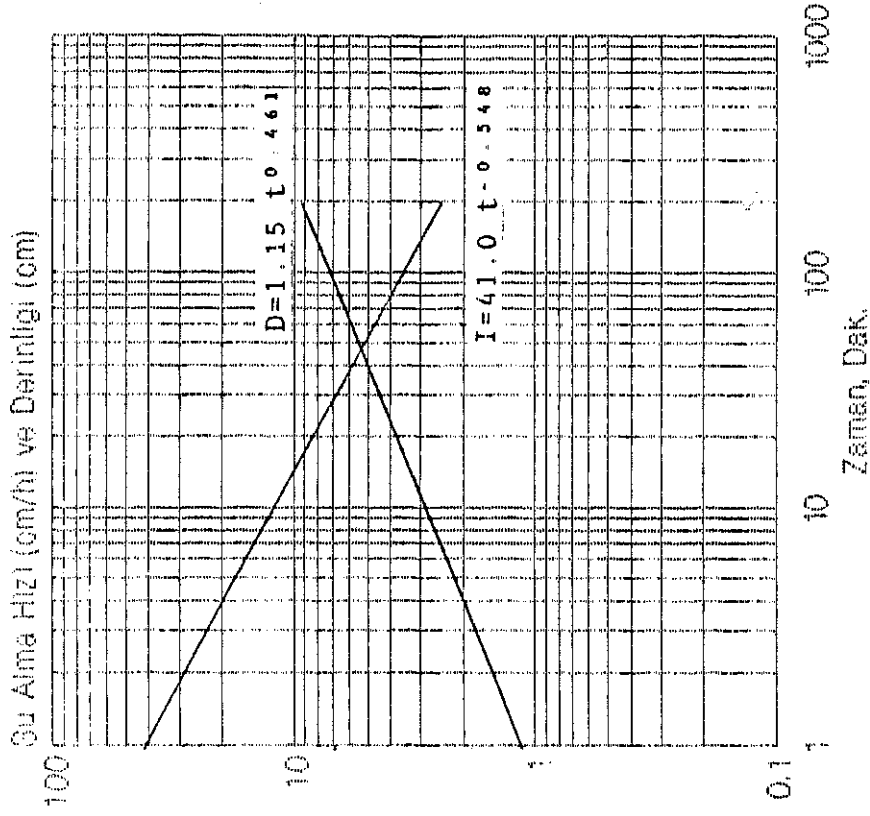
TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım süresince her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, Hocam Sayın Prof.Dr. Feridun Hakgören'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

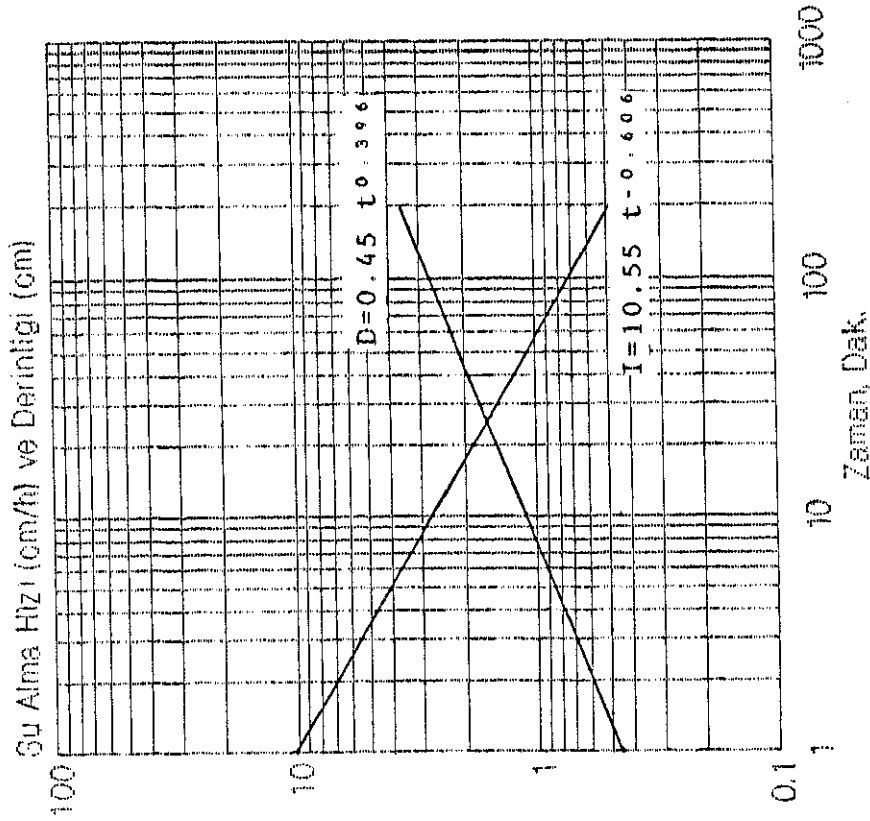
Çalışmalarım süresince büyük desteklerini gördüğüm Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine, toprak analizlerinin yapılmasında her türlü olanaklarından yararlanmamı sağlayan Toprak Bölümü başkanı Sayın Doç.Dr. Turgut Köseoğlu'na, tez çalışmalarımı Enstitü arazisinde yapma olanağı sağlayan Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Hikmet Oruçoğlu'na ve Ziraat Yüksek Mühendisi Ercan Koç'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince her türlü ilgi ve desteğini gördüğüm eşim Birsen Şengül Büyüktaş'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

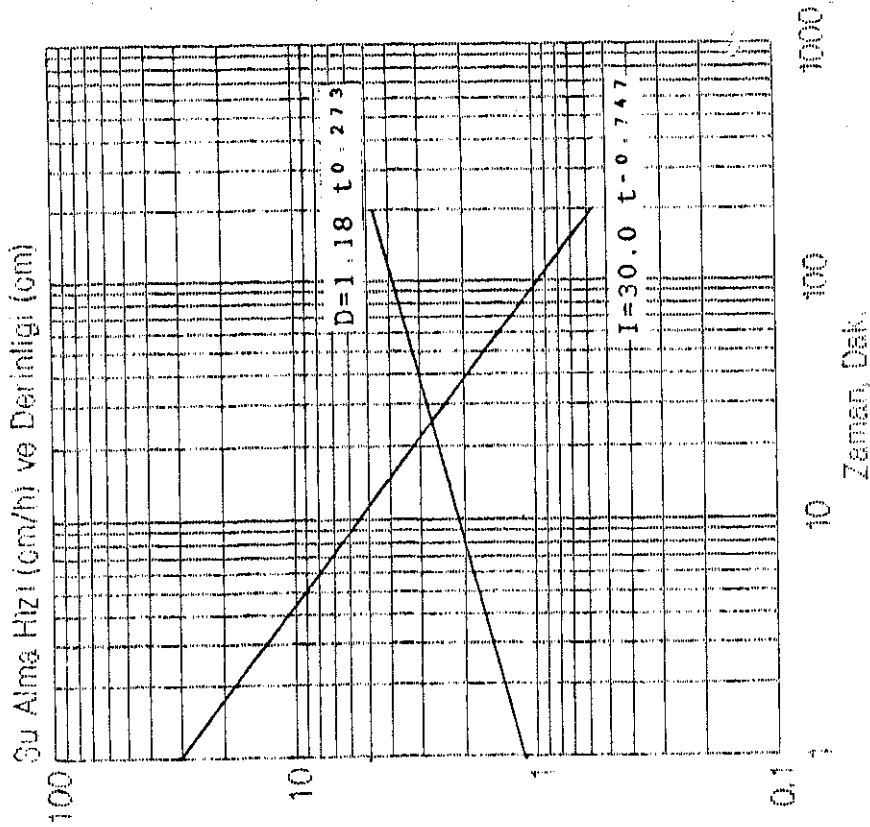
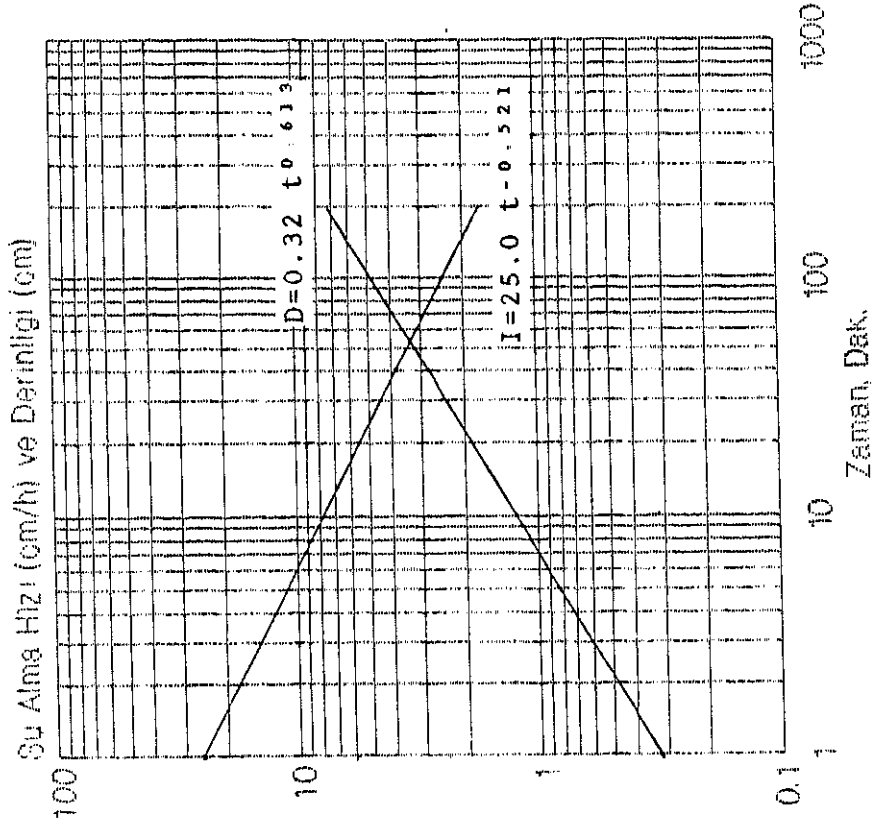
EKLER



Ek Şekil 4.2. İki Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığılımlı Su Alma Denklemleri

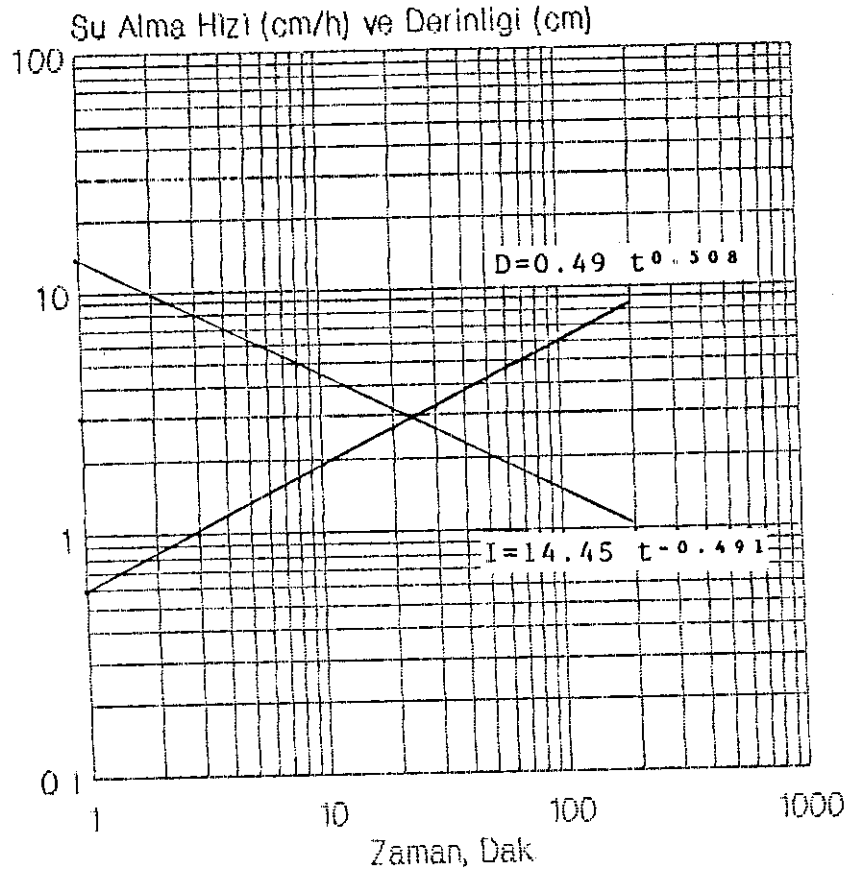


Ek Şekil 4.1. Bir Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığılımlı Su Alma Denklemleri

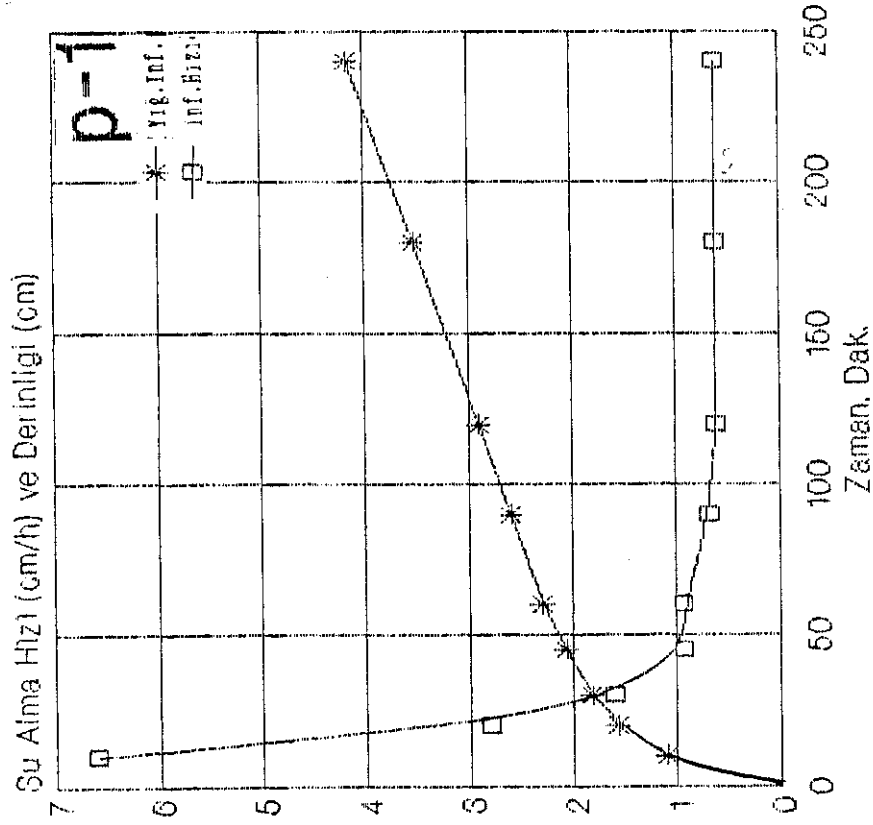
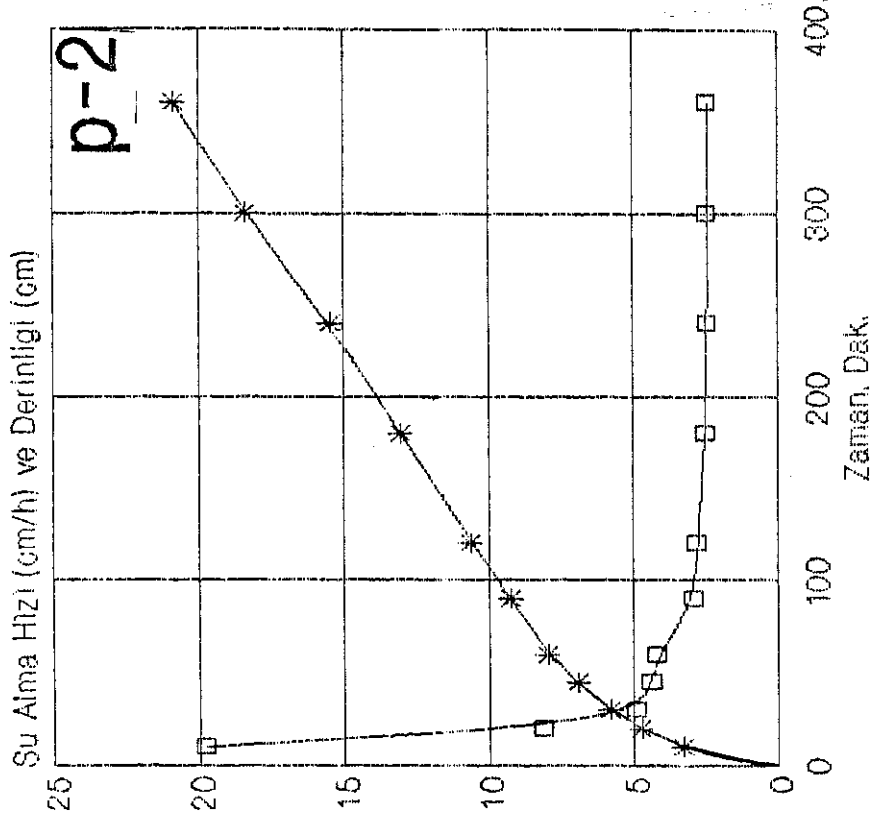


Ek Şekil 4.3. Üç Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Ek Şekil 4.4. Dört Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığılımlı Su Alma Denklemleri

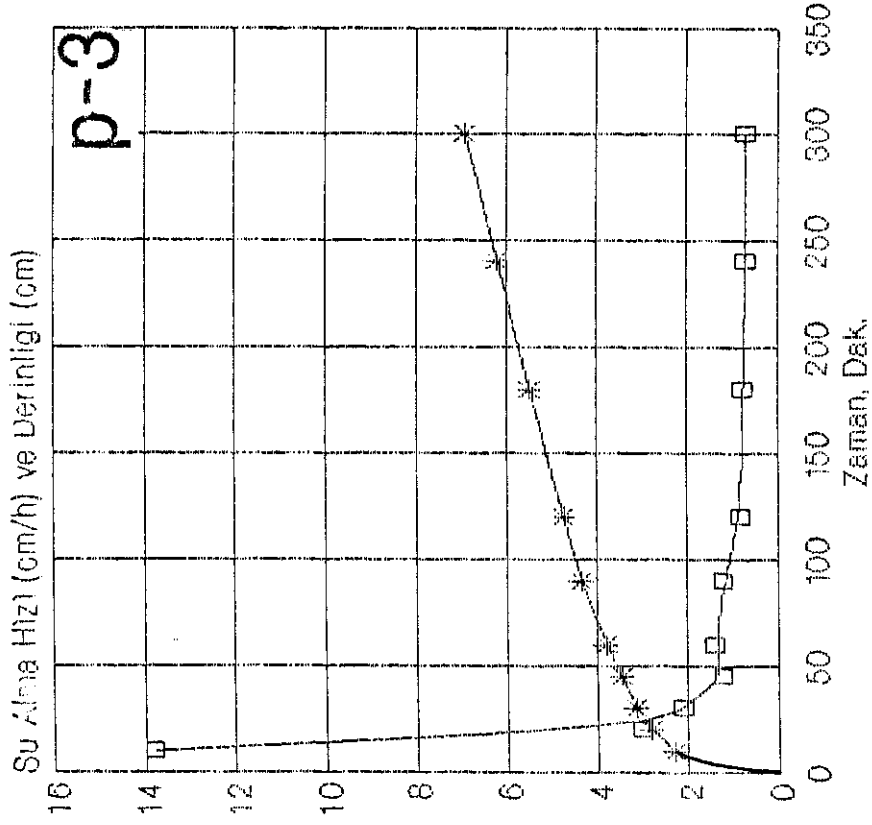
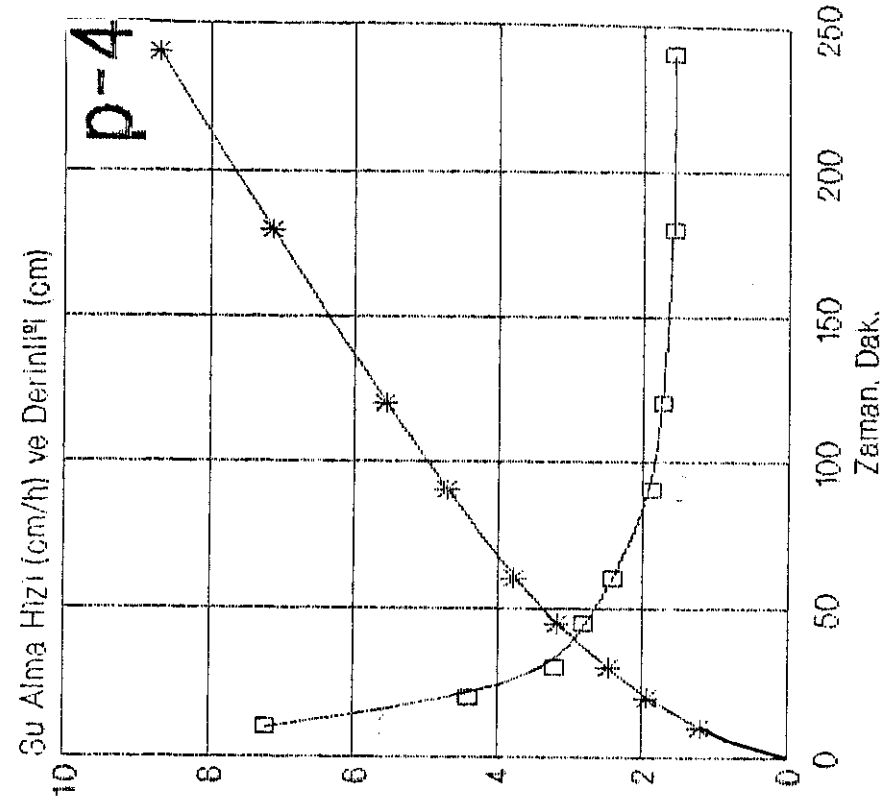
Yığılımlı Su Alma Denklemleri



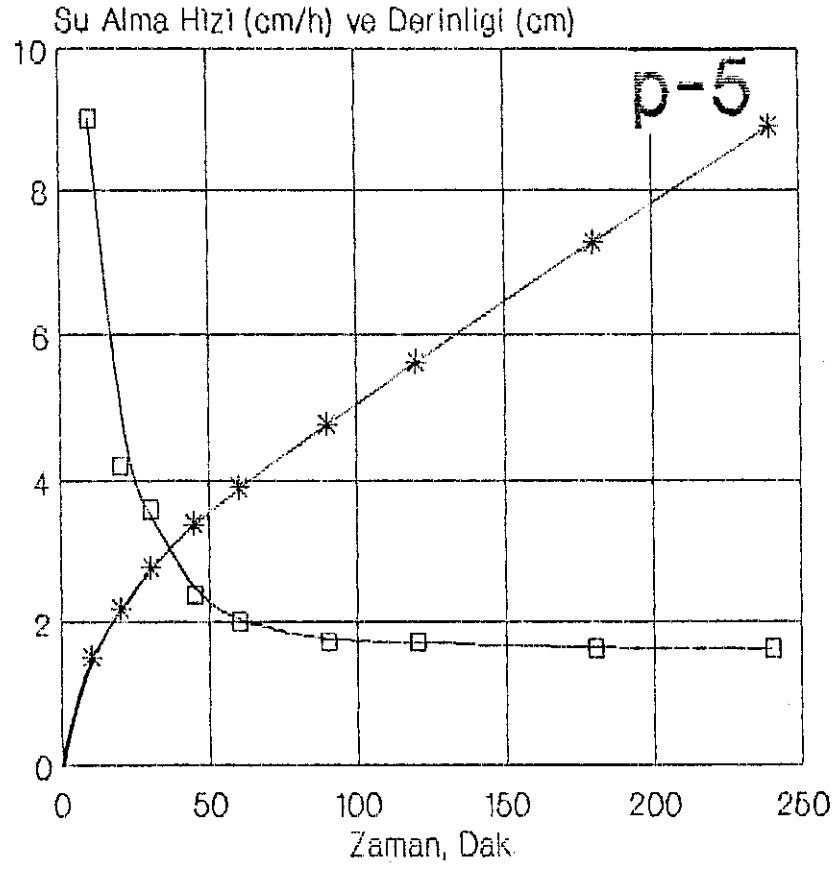
Ek Şekil 4.5. Beş Numaralı Profilin Su Alma Hızı ve Yığışımli Su Alma Denklemleri



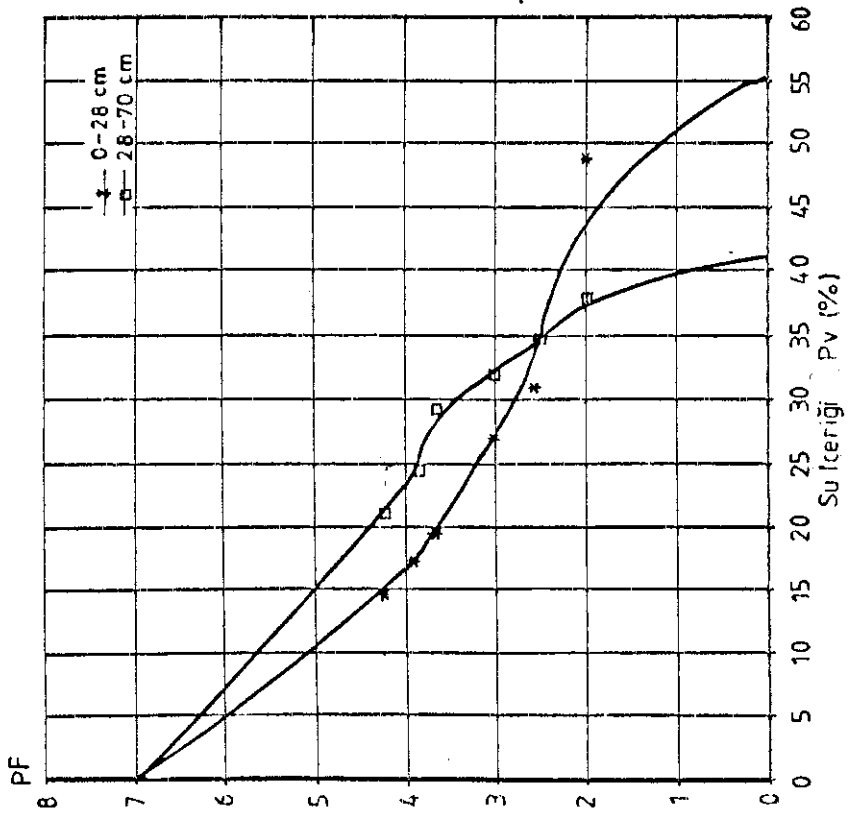
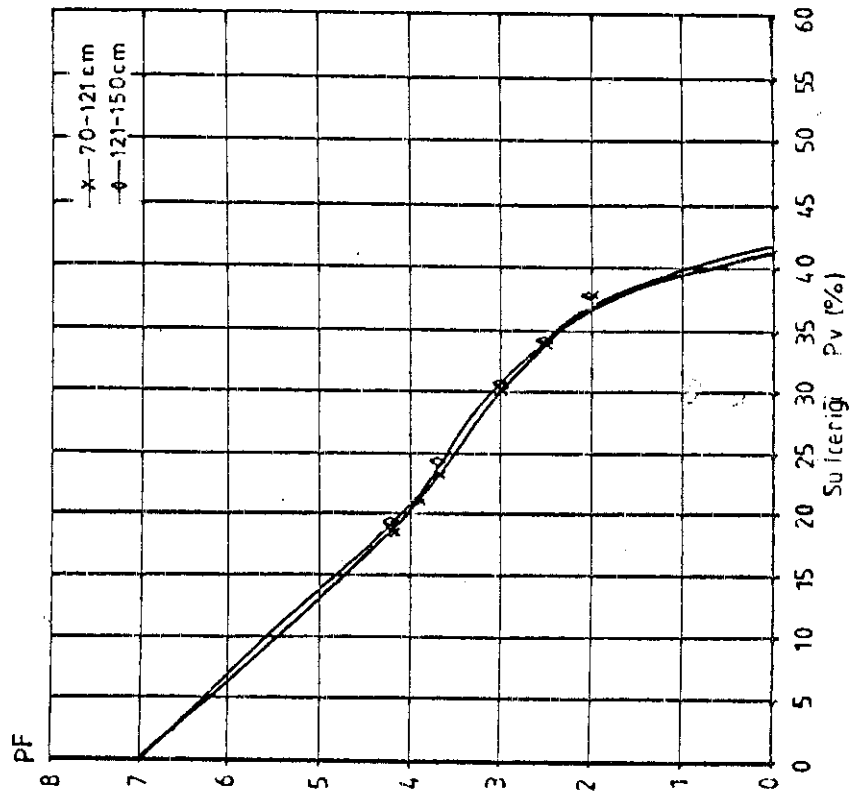
Ek Şekil 4.6. Bir ve iki Numaralı Profillere Ait İnfiltrasyon Hızı ile Yığılımlı İnfiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi



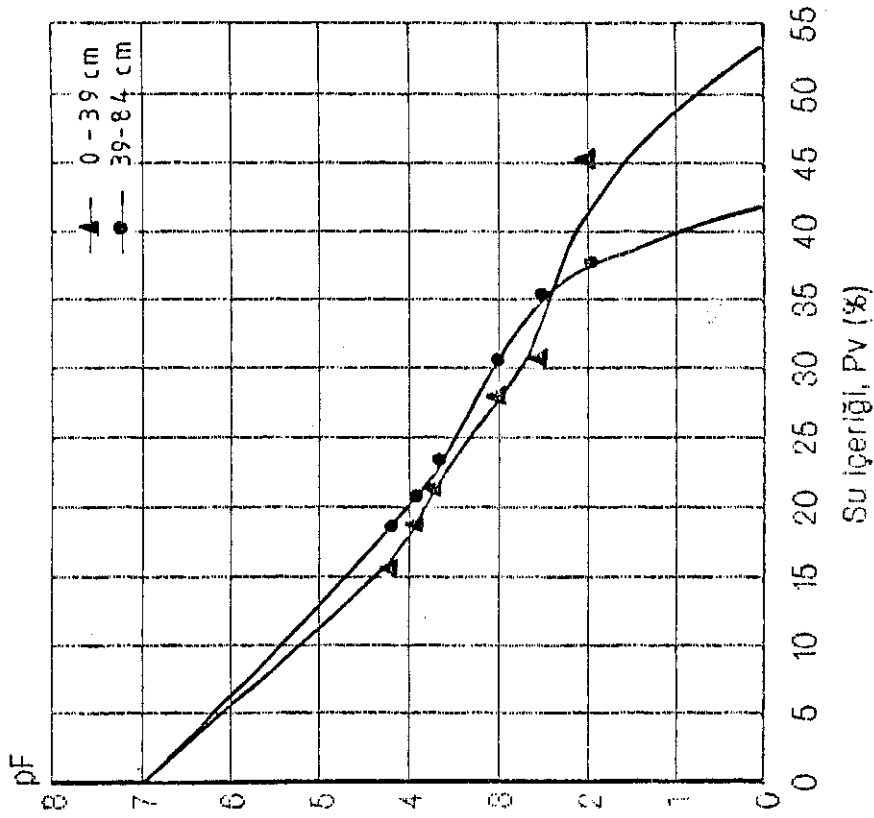
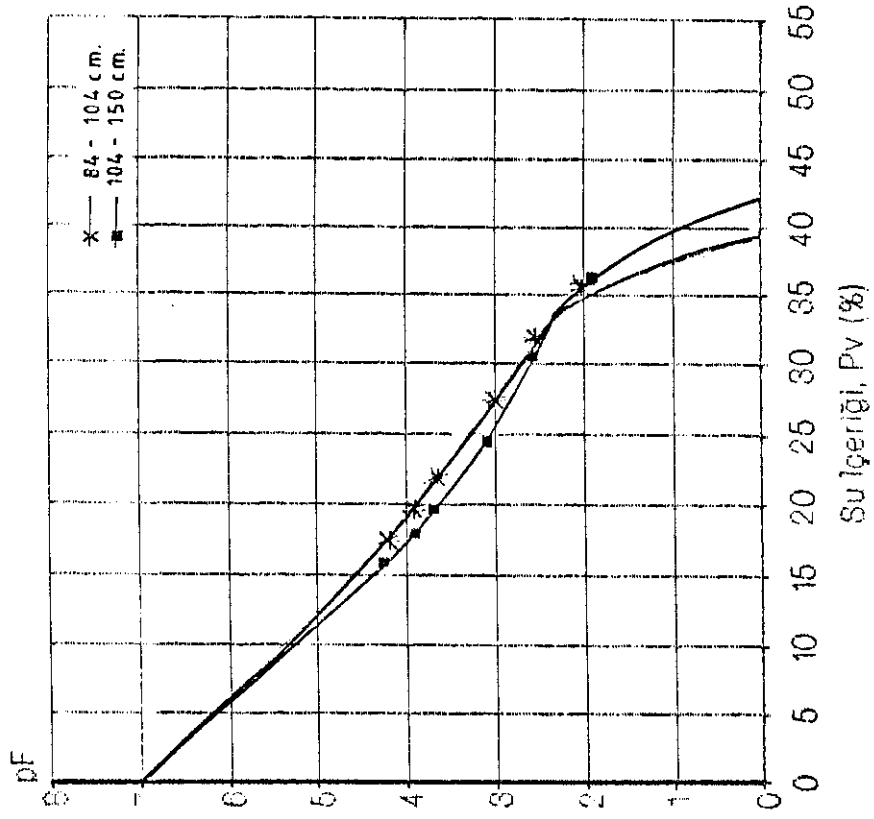
Ek Şekil 4.7. Üç ve Dört Numaralı Profillere Ait İnfiltrasyon Hızı ile Yığılımlı İnfiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi



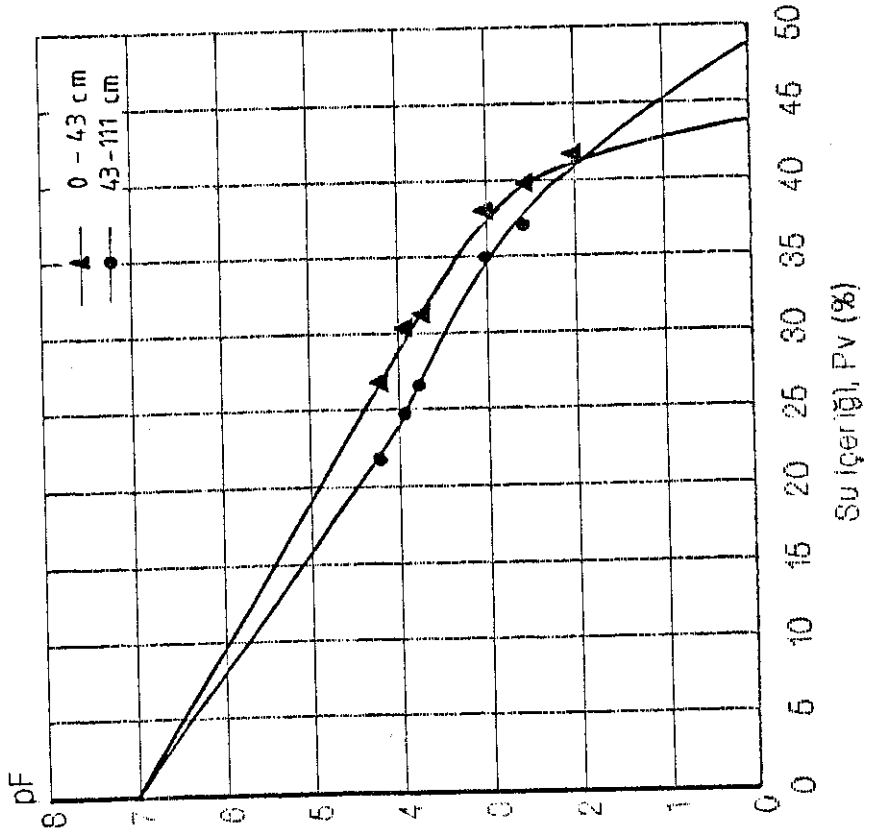
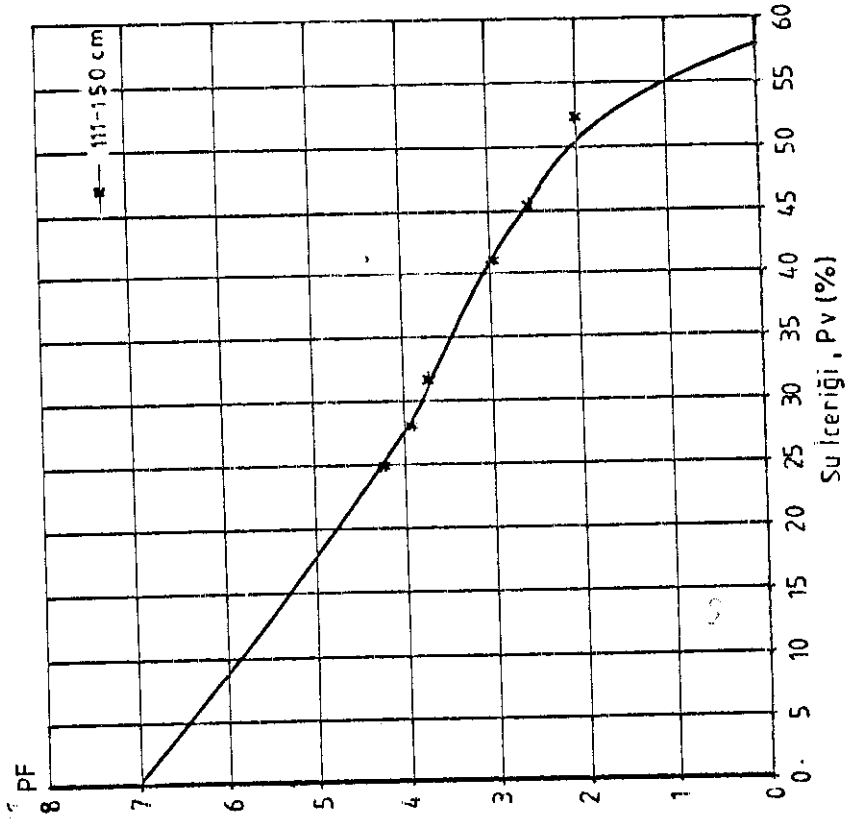
Ek Şekil 4.8. Beş Numaralı Profile Ait İnfiltrasyon Hızı İle Yığışımli İnfiltrasyon Miktarının Zamana Bağlı Olarak Değişimi



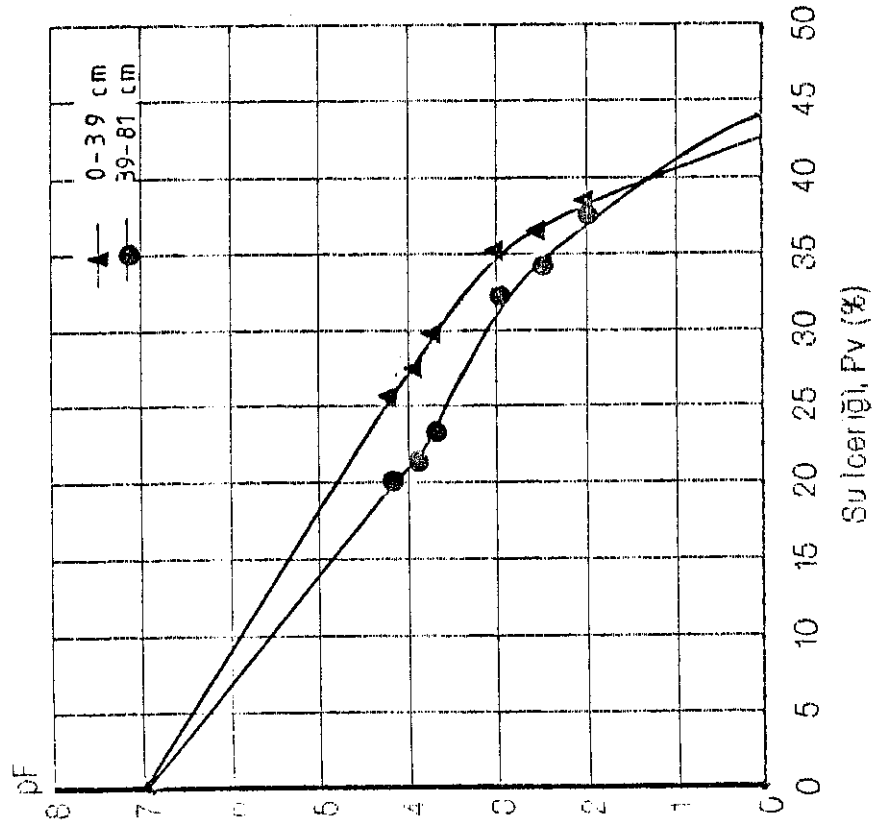
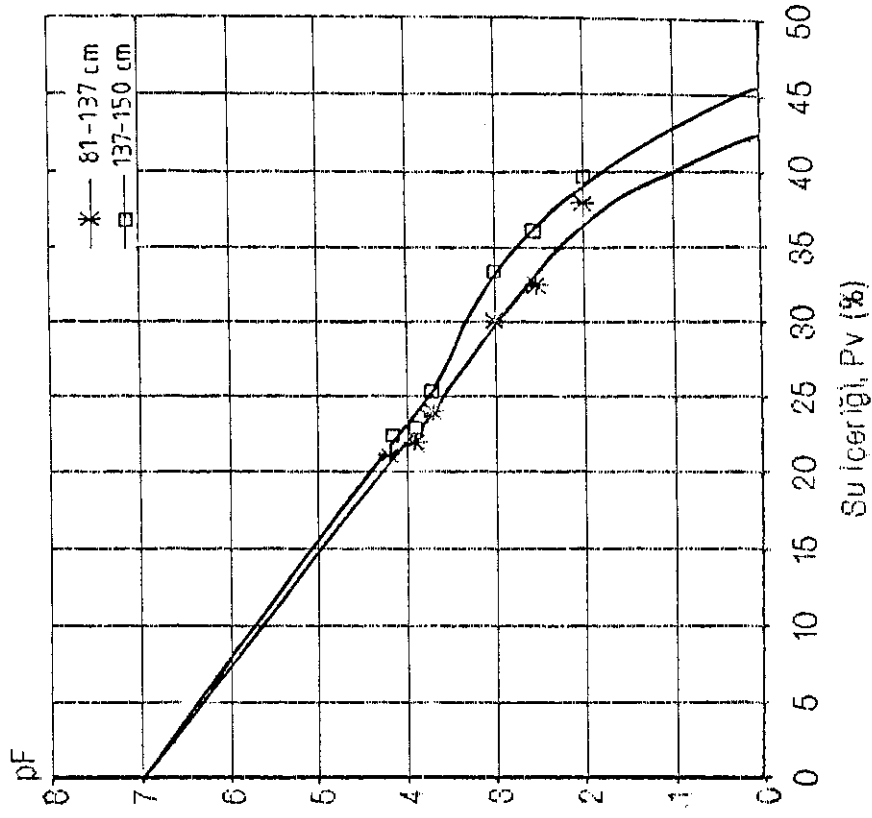
Ek Şekil 4.9. Bir Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri



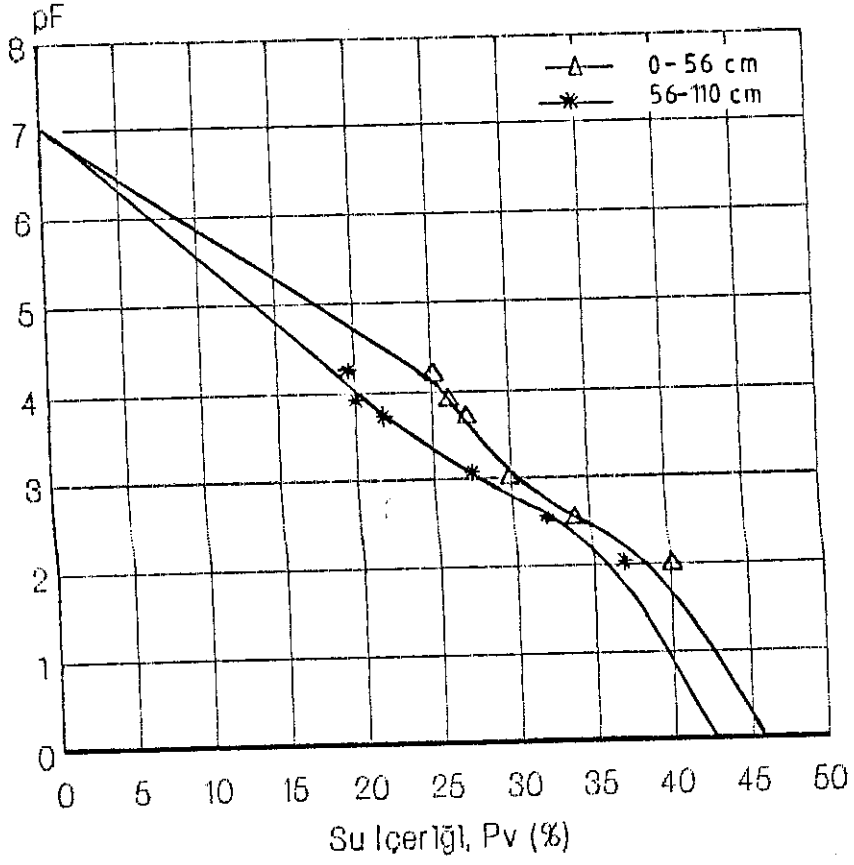
Ek Şekil 4.10. İki Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri



Ek Şekil 4.11. Üç Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri



Ek Şekil 4.12. Dört Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri



Ek Şekil 4.13. Beş Numaralı Profile Ait Toprak Karakteristik Eğrileri