

12337

T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NİĞDE - MİSLİ OVASI'NDA TARLA SULAMA RANDIMANI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

DOKTORA TEZİ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

V. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Hüseyin ŞİMŞEK
Ziraat Yüksek Mühendisi

Danışman
Prof. Dr. Mehmet KARA

KONYA — 1990

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NIĞDE-MİSLİ OVASI'NDA TARLA SULAMA RANDIMANI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hüseyin ŞİMŞEK
Ziraat Yüksek Mühendisi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet KARA

Doç. Dr. Ali DOĞAN

Yrd. Doç. Dr. Yüksel BURDURLU

1990

KONYA

**NİĞDE-MISLİ OVASI'NDA TARLA SULAMA RANDIMANI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Doktora Tezi
1990, 122 sayfa

Hüseyin ŞİMŞEK

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr.Mehmet KARA

Bu araştırma, Niğde- Misli Ovası'nda mevcut uygulamalar-
daki tarla sulama randımanlarını (su uygulama randımanlarını)
tesbit amacıyla 1986-1988 bitki yetiştirme mevsimlerinde yapılmıştır. Araştırmada sulama suyu miktarları savak ve sayaç ile ölçülmüştür. Toprak nemindeki değişimler, kök bölgesinin değişik derinliklerinden alınan örneklerde gravimetrik olarak tayin edilmiştir. Toprakların pF değerlerine karşılık gelen nem yüzdeleri poroz levhali basınç aleti ve basınçlı membran aleti kullanılarak tayin edilmiş ve bu değerlerden gözenek dağılımı belirlenmiştir. Araştırma alanı toprakları genellikle kaba bünyeli, organik maddece fakir, faydalı su kapasiteleri düşük hidrolik iletkenleri ve infiltrasyon hızları yüksek topraklardır. Yörede yapılan patates tarımında uygulanan sulamalarda tarla sulama randımanları, ortalama değerler olarak, salma sulamada % 37,9; yağmurlama sulamada % 33,7 bulunmuştur. Çok düşük olan bu değerlerin, sulama aralığının kısa, sulama süresinin uzun tutulması sonucu ortaya çıkan su israfından kaynaklandığı tesbit edilmiştir.

ABSTRACT

A RESEARCH ON THE FIELD IRRIGATION EFFICIENCY
IN NIĞDE-MISLI PLAIN

PhD Thesis
1990, Page:122

Hüseyin ŞİMŞEK

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor : Prof.Dr. Mehmet Kara

This research has been done to determine the field irrigation efficiencies (water-application efficiencies) of conventional applications in Niğde-Misli Plain between 1986-1988 growing seasons. The amount of irrigation water was measured by weir and water meter. Changes in soil moisture were determined gravimetrically in samples taken from different soil depths around root-zone. Moisture percents of the soil which are equal to pF values were measured by the pressure-plate and pressure-membrane apparatus and these values were used to determine pore distribution. Soil characteristics of the research area were; coarse in texture, poor in organic mater, high in hydraulic conductivity and infiltration rates, and low in available water capacities. Field irrigation efficiencies for the potatoes grown in the research area have been found as mean values of 37.9% with surface irrigation and 33.7% with sprinkler irrigation. The reason of such low values obtained was found to be the results of shortness in irrigation intervals and length in the duration of irrigation by causing water losses.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yürütüldüğü Niğde-Misli Ovası Türkiye'nin patates üretim merkezlerinin başında gelmektedir. Araştırmaya başlamadan önce, söz konusu sahada birim alan için fazla kimyevi gübre ve fazla sulama suyu kullanıldığı öğrenilmiştir. Her sahada olduğu gibi tarımda da kaynakların en ekonomik şekilde kullanılması gerekmektedir. Pahalı yeraltısuyu işletmeciliğinin yapıldığı araştırma sahasında, toprakların sulama ile ilgili özelliklerini ve mevcut tarla sulama randımanını tespit ederek tarla sulama randımanını artırmak için neler yapılabileceğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Su kayıplarının azaltılması sulama maliyetini düşürecek; bu ise patatesten pazarlama probleminin olduğu söz konusu yörede çiftçilere büyük kolaylık sağlayacaktır.

Doktora tezi olarak sunduğum bu araştırmanın plânlaması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması safhalarında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya teşekkür ederim. Maddi destek sağlayarak araştırmanın yapılması imkânını veren Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu'na ve bu çalışma sırasında burs veren Türkp petrol Vakfı'na ayrıca teşekkür ederim. Bu araştırmanın yapılması sırasında yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN'a, Yrd. Doç. Dr. M. Kâzım KARA'ya, Arş. Gör. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye, araştırmanın yürütüldüğü sırada Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi dekanı olan Prof. Dr. Mümtaz Turgut TOPBAŞ'a, halen dekanlık görevini yürüten Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI'ya; Niğde Tarım İl Müdürü Halis KAYA ile Ziraat Yüksek Mühendisi Ahmet YILMAZ, şube müdürleri Muhittin SIRMA, Hasan GÜRLER, Mustafa BAŞPINAR ve Hüseyin GÜÇLÜ'ye, adını zikredemediğim diğer personele; Niğde Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü yetkilileri ile şube müdürü Sait YILDIRIM, laboratuvar sorumlusu kimyager A. Güliz ILDEŞ ve diğer laboratuvar personeline; Konya Köy Hizmetleri Bölge Müdürlüğü laboratuvar personeline ve bu çalışmada emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmanın konuyla ilgileneenlere faydalı olmasını temenni ederim.

IÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	II
ABSTRACT.....	III
ÖNSÖZ.....	IV
TABLO LISTESİ.....	VIII
ŞEKİL LISTESİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
2.1. Sulama Randımanları.....	6
2.2. Toprakta Gözeneklerin Dağılışı.....	10
2.3. Solma Noktası.....	12
2.4. Tarla Kapasitesi.....	13
2.5. Faydalı Su.....	15
2.6. İnfiltrasyon.....	16
2.7. Hidrolik İletkenlik.....	17
2.8. Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu İhtiyacı.....	18
2.9. Sulama Randımanlarıyla İlgili Araştırmalar.....	20
3. MATERYAL ve METOD.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1. Coğrafik Konum.....	25
3.1.2. İklim.....	27
3.1.3. Hidrojeolojik Durum.....	30
3.1.4. Toprak Özellikleri.....	33
3.1.5. Tarımsal Yapı.....	34
3.2. Metod.....	36
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	36

3.2.2 Su Örneklerinin Alınması.....	37
3.2.3 Uygulanan Su Miktarının Ölçülmesi.....	40
3.2.4 Bitki Kök Derinliğinin Tesbiti.....	40
3.2.5 Infiltrasyon Testleri ve Infiltrasyon Denklemleri.....	40
3.2.6 Topraklarda Farklı Tutulma Kuvvetlerin- deki Nem Değerlerinin Tayini.....	47
3.2.7 pF Eğrilerinin Elde Edilmesi.....	47
3.2.8 Kimyasala Analiz Metodları.....	48
3.2.9 Fiziksel Analiz Metodları.....	49
3.2.10 Topraklarda Gözeneklerin Büyüklüklerine Göre Dağılışı.....	50
3.2.11 Nem Tayini.....	51
3.2.12 Faydalı Su Miktarının Hesaplanması.....	51
3.2.13 Nem Açığının Hesaplanması.....	52
3.2.14 Tarla Sulama Randımanının Hesaplanması.....	52
3.2.15 Aktüel Evapotranspirasyon.....	53
3.2.16 İstatistikî Analiz Metodları.....	53
4.ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	54
4.1 Araştırma Sahası Topraklarının Kimyasal Özellikleri.....	54
4.2 Araştırma Sahası Topraklarının Fiziksel Özellikleri.....	54
4.3 Sulama Sularının Kimyasal Özellikleri.....	61
4.4 Bitki Kök Bölgesi Derinliği.....	63
4.5 Farklı Tansiyonlarda Toprakta Tutulan Nem.....	63
4.6 Değişik Kök Derinlikleri İçin Karakteristik Nem Sabite Değerleri ve Toprakta Gözeneklerin Dağılışı.....	72

4.7 pF Egrileri.....	77
4.8 Infilasyon Egrileri ve Denklemleri.....	77
4.9 Tarla sulama Randımanları.....	86
4.10 Aktüel Evapotranspirasyon.....	88
4.11 İstatistik Analiz Sonuçları.....	88
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ TARTIŞILMASI.....	103
6. SONUÇ ve TAVSİYELER.....	115
KAYNAKLAR.....	118



TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Toprakların Gözenek Grubu, Gözenek Çapı ve pF Değerleri	12
2.2 Niğde İlinde Patates Bitkisinin Su Tüketimi.....	21
3.1 Niğde İstasyonuna Ait Ortalama Meteorolojik Değerler	29
3.2 Türkiye ile Nevşehir, Niğde İllerinin Tarla Ürünleri, Patates Üretimi ve Verimi	35
4.1 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri	55
4.2 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri	58
4.3 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Arazilerinde Kullanılan Sulama Sularının Kimyasal Özellikleri..	62
4.4 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Farklı Tansiyonlarda Tuttukları Nem	64
4.5 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Topraklarında Değişik Kök Derinliklerinde Farklı Tansiyonlarda Tutulan Nem (% Hacim)	70
4.6 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Topraklarında Değişik Kök Derinlikleri İçin Karakteristik Nem Sabite Değerleri ve Gözeneklerin Dağılışı	74
4.7 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Yağmurlama Sulama Alanlarında Tarla Sulama Randımanı Hesap Cetveli	87
4.8 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Salma Sula-	

ma Alanlarında Tarla Sulama Randımanı Hesap Cet- veli	89
4.9 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Tesbit Edi- len Aktüel Evapotranspirasyon (mm/gün)	89
4.10 Araştırma Sahası Topraklarında 40 cm Kök Derinli- ği İçin % Kum, Kil ve Silt Değerleri ile Bazı Karakteristik Nem Değerleri Arasındaki Çoklu İlişkiler	90
5.1 Toprakların İnfiltrasyon Hızlarına Göre Sınıf- landırılması.....	112



SEKIL LISTESI

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Niğde-Misli Ovası'nın Türkiye'deki yeri.....	26
3.2 Niğde-Misli Ovası araştırma sahasında toprak örneklerinin aldığı profillerin yerlerini gösterir harita.....	28
3.3 Niğde-Misli Ovası araştırma sahasında sulama suyu örneklerinin alındığı yerleri gösterir harita.....	32
3.4 Profillerden bozulmamış toprak örneklerinin alınışından bir görünüm.....	38
3.5 Küçük çaplı burgu ile toprak örnekleri alınışından bir görünüm.....	39
3.6 Toprak örneği almada kullanılan küçük çaplı burgunun kesiti.....	39
3.7 Salma sulamada debi ölçülmesinde kullanılan metal HS savağının görünümü.....	41
3.8 Yağmurlama sulamada debi ölçümlerinde kullanılan su sayacının görünümü.....	42
3.9 Araştırma sahasında patatesin etkili kök derinliğinin tesbit edilmesi için açılan profillerden görünüm.....	43
3.10 Çift silindirli infiltrometrenin infiltrasyon testi esnasındaki görünümü.....	45
4.1 Araştırma sahasındaki 1,2,3, ve 4 No'lu profillere ait toprakların pF egrileri.....	78
4.2 Araştırma sahasındaki 5,6,7 ve 8 No'lu profillere ait toprakların pF egrileri.....	79

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
4.3 Araştırma sahasındaki 9,10,11 ve 12 No'lu profilere ait toprakların pF eğrileri.....	80
4.4 Araştırma sahasındaki 13,14,15 ve 16 No'lu profilere ait toprakların pF eğrileri.....	81
4.5 Araştırma sahasındaki 17,18,19 ve 20 No'lu profilere ait toprakların pF eğrileri.....	82
4.6 Araştırma alanındaki 8 No'lu profil sahasında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.....	84
4.7 Araştırma alanındaki 11 No'lu profil saha- sında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.....	84
4.8 Araştırma alanındaki 16 No'lu profil saha- sında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.....	85
4.9 Araştırma alanındaki 17 No'lu profil saha- sında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.....	85
4.10 % Kum değeri ile tarla kapasitesi nem yüz- desi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	91
4.11 % Kum değeri ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	92
4.12 % Kum değeri ile faydalı su nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	93
4.13 % Kil değeri ile tarla kapasitesi nem yüzdesi ara- sındaki ilişki (a:% Ağırlık, b:% Hacim olarak).....	94
4.14 % Kil değeri ile solma noktası nem yüzdesi ara- sındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak)...	95

Şekil No:Sayfa

4.15 % Kil değeri ile faydalı su nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak)....	96
4.16 % Silt değeri ile tarla kapasitesi nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak)....	97
4.17 % Silt değeri ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak)....	98
4.18 % Silt değeri ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	99
4.19 Tarla kapasitesi ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	100
4.20 Tarla kapasitesi nem yüzdesi ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	101
4.21 Solma noktası nem yüzdesi ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).....	102

1. GİRİŞ

Kültür bitkilerinden optimum verimin elde edilmesi için bitki yetiştirme faktörlerinin (ısı, ışık, su, besin maddeleri ve hava) harmonik bir şekilde sağlanması gerekir. Türkiye gibi kurak ve yarıkurak iklim bölgelerinde verimi sınırlandıran gelişim faktörlerinin başında su gelmektedir (Israelsen ve Hansen, 1939; Ergene, 1962a).

Sulama terimi çeşitli şekillerde tarif edilmektedir. Kara (1983) sulamayı; "Yağışlarla karşılanamayan tarım bitkileri su ihtiyacının dengeli ve kontrollü bir şekilde tarım arazisine verilerek bitki kök bölgesinde depolanmasını sağlamaktır" şeklinde tarif etmektedir. Buna göre sulama, optimum bitki gelişimi için nem eksikliğinin sun'î yollarla temin edilmesidir.

Türkiye, iklim özellikleri ve yetiştirilen tarım ürünleri açısından çeşitlilik arz etmektedir. Bir tarafta yağışlı bölge (Doğu Karadeniz), diğer tarafta da kurak bölge (Güneydoğu Anadolu) vardır. Çok yağışlı Doğu Karadeniz bölgesinde sulamaya ihtiyaç duyulmazken, Güneydoğu Anadolu'da sulama mevsiminde hemen hemen hiç yağış düşmemektedir.

Ortalama yıllık yağış miktarına göre değerlendirildiğinde 670 mm'lik yağış ile Türkiye yarıkurak (semiarid) bir iklime sahiptir. Ancak sadece yıllık toplam yağış miktarı, sulama yönünden yeterli bir fikir vermemektedir. Bir ülke veya bölgenin iklimi sulama yönünden değerlendirilirken yıl içindeki toplam yağış miktarından çok, bitkilerin yetiştirme devresinde düşen yağış miktarı önemli olmaktadır. Türkiye'de genel olarak bitkilerin yetiştirme devresinde, başka bir ifadeyle sula-

ma mevsiminde çok az yağış düşmekte veya hiç düşmemektedir. Bu durum da Türkiye'de sulamayı yapmayı gerekli kılmaktadır.

Sulama ile ilgili sulama şebekelerinin ve su yapılarının projelendirilmesinde sulama randımanı önemli bir parametredir. Çünkü sulama randımanı, kullanılacak su miktarını; dolayısıyla sulama tesisi elemanlarının boyutlarını tayin eden unsurlardan biridir. Sulama randımanı projede öngörüldüğü gibi gerçekleşmezse, sözgelimi düşük olursa planlanandan daha az bir alan sulanabilecektir. Bu durum ise, sulama tesisinin bir kısmının atıl kalmasına sebep olacaktır. Ayrıca, düşük randımana sebep olan fazla su kayıpları drenaj problemini artıracaktır. Diğer yandan su kaynağının kıt, arazinin fazla olduğu bölgelerde, sulama randımanının artırılması ayrıca önem kazanmaktadır. Şöyle ki, sulama randımanı artırıldığında aynı miktar sulama suyu ile daha büyük alanı sulamak mümkün olmaktadır. Su miktarı bol olsa bile sulama randımanının düşük olması durumunda aynı alanı sulayabilmek için daha büyük boyutlarda tesis yapmak gerekecektir. Bu ise birim alan için tesis maliyetini artıracaktır.

Araştırma sahası olarak seçilen Niğde-Misli Ovası Türkiye'nin önemli patates üretim merkezlerinden biridir. Ovanın Niğde ili sınırları içerisinde kalan kısmında işlenen arazi 400 000 dekar civarındadır. Misli Ovası'nda sulamaya yetecek yer üstü su kaynağı mevcut değildir. DSI tarafından ovada yapılan hidrojeolojik etüd sonucunda yeraltı suyu işletmeciliğine uygun alanların bulunduğu tesbit edilmiş ve müteakiben 1967 yılında işletme sondaj kuyuları açılmıştır. Kanal ve kanalet gibi diğer sulama şebekesi elemanlarının yapımına TOPRAKSU

teşkilatınca 1967 yılında başlanmış ve 1976 yılında tamamlanmıştır. 55 210 dekarlık alana sahip olan Nigde-Misli Ovası Sulama projesi yörede teşkilatlandırılan Toprak ve Su Kooperatifleri vasıtasıyla işletmeye açılmıştır.

İlk sulama tatbikatlarından sonra sulama şebekesiyle ilgili problemler baş göstermiştir. Sulama şebekesinin tamamlanmasının üzerinden fazla bir zaman geçmemiş olmasına rağmen çiftçiler kanaletlerin büyük bir kısmını ve bazı sondaj kuyularını kullanmaz veya kullanamaz olmuşlardır. Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü yetkililerinden alınan bilgilere göre yanlış işletmeden dolayı kanaletlerden su taşmaları vasıtasıyla ayaklarda çökmeler meydana gelmiş ve şebeke kullanılamamıştır. Ayrıca su dağıtım sisteminin yeterli olmadığı, su miktarının yetersiz kaldığı ifade edilmiştir. Bu konularla ilgili olarak çiftçiler, bazı sondaj kuyularının sulama yapmak istemedikleri çorak yerlerde açıldığını; kanal veya kanaletlerden sulama yaptıkları yerlerde ise sulama sırasının geç geldiğini ve patates bitkisinin bundan zarar gördüğünü belirtmektedirler.

Kanaletli sulama şebekesinin işletilemeyeceği anlaşılınca, daha sonra kanaletlerin bir çoğu sökülerek başka projelerde kullanılmak üzere götürülmüştür. Bugün Nigde-Misli Ovası sulama şebekesinin bir kısmı halen kullanılmakla beraber çiftçiler daha çok kendi imkanlarıyla açtıkları çeşitli derinlikteki (10-40 m) kazma kuyulardan veya açtırmış oldukları derin kuyulardan faydalanarak sulama yapmaktadırlar. Uygulanan sulama metodu da daha çok yağmurlama sulama metodudur.

Araştırma sahasında sulu tarımla birlikte hayat stan-

dardı da bir hayli yükselmiştir. Bununla birlikte tarım açısından bazı problemler de ortaya çıkmıştır. Yöre çiftçisi halihazırda çok fazla kimyevî gübre kullanmaktadır. Araştırma sahası toprakları organik maddece fakir olduğundan patatesten yeterli bir verim elde edebilmek için, özellikle azotlu gübre kullanımı gerekmektedir. Ancak yöre çiftçisi patatesten yüksek verim elde etme gayesiyle gereğinden fazla gübre kullanmaktadır. Çiftçilerin belirttiğine göre araştırma sahasında dekara 300-400 kg amonyum nitrat gübresine eşdeğer gübre kullanılmaktadır. Fazla gübre kullanımı bitki su ihtiyacını arttırmakta ve fazla su kullanılmaktadır. Fazla gübre ve su kullanımı maliyeti artırmaktadır. Maliyetin artması ve patates üretim miktarının fazla olması pazar problemini doğurmaktadır.

Araştırma sahası olarak Niğde-Misli Ovasının seçilmesinin sebepleri şöyle özetlenebilir;

1- Niğde-Misli Ovası Türkiye'nin başta gelen patates üretim merkezlerinden biridir ve bu sahada daha önce Erözel (1978) tarafından optimum su kullanımı üzerine yapılanın dışında sulamayla ilgili bir araştırma yapılmamıştır. Söz konusu araştırma sırasında yağmurlama sulama metodu yaygın değil iken, günümüzde ise çok yaygın olarak yağmurlama sulama metodu uygulanmaktadır.

2- Toprakların sulamayla ilgili özelliklerinin doğru bir şekilde bilinmesi iyi bir sulama plânlamasının ve işletmesinin ilk şartlarından biridir. Çünkü su uygulama süresi, verilecek su miktarı, uygun sulama metodunun seçimi, boyutlandırma gibi hususlarda en uygun kararı vermek için toprakların sulamayla ilgili özelliklerinin bilinmesi gerekir.

3- Patates yetiştiren çiftçiler, bu bölgede birim alan başına fazla miktarda kimyevî gübre kullanmaktadırlar ve fazla su verme eğilimindedirler.

4- Ova toprakları genelde kaba bünyeli topraklardır; su tutma kapasiteleri ve faydalı su kapasiteleri azdır. Bu ise toprağa verilen sulama suyunun büyük bir bölümünün toprak tarafından tutulmayarak sızmasına ve su kayıplarının artmasına, sonuçta sulama randımanının düşmesine sebep olmaktadır.

Yeraltısuyu işletmesi pahalı bir işletmedir. Fazla su kullanımı maliyeti artıracak; bu da çiftçinin aleyhine olacaktır.

5- Su önemli bir milli servettir, önemli bir kaynaktır. Her sahada olduğu gibi tarımda da kaynakların en randımanlı şekilde kullanılması ve bunun araştırılması gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacı, Niğde-Misli Ovası'nda yapılan bilhassa patates tarımında tarla sulama randımanını tesbit ederek randımanı yükseltmek için neler yapılabileceğini; başka bir ifadeyle su kayıplarını azaltmak için nasıl bir yol takip edilmesi gerektiğini ortaya koymak; ova topraklarının sulamayla ilgili özelliklerini tesbit ederek en uygun sulama metodunun seçimi, en uygun sulama süresinin ve sulama dozunun (her bir sulamada verilecek su miktarının) tesbiti gibi konularda çiftçilere yol göstermektir. Çünkü suyun en uygun şekilde kullanımı maliyeti azaltacaktır. Yeraltı suyu işletmesinin pahalı olduğu ve patatesten pazarlama probleminin bulunduğu araştırma sahasında maliyetin azaltılması çiftçilere büyük kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca Niğde-Misli Ovası topraklarının sulamayla ilgili özelliklerinin ortaya konmasıyla, ilgili kişi ve kuruluşlara fayda sağlanacağı umulmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Sulama Randımanları

Sulama, yağışlarla karşılanamayan tarım bitkileri su ihtiyacının dengeli ve kontrollü bir şekilde tarım arazisine verilirerek bitki kök bölgesinde depolanmasını sağlamaktır.

Genel olarak randıman, mevcut bir imkândan faydalana bilme oranını ifade eder. Sulamada kullanılan suyun kaynaktan alınıp araziye getirildikten sonra ne derece faydalı olduğu sulama randımanları ile ifade edilir. Suyun en randımanlı ve en ekonomik olarak kullanılmasını sağlamak sulayıcıların vazifeleridir. Bununla beraber su kullanma randımanı bölgelere göre başka başkadır. Suyun kıt ve pahalı olduğu arazilerde genel olarak kullanılabilir su dikkatli bir şekilde sarfedilir. Suyun bol ve ucuz olduğu yerlerde ise fazla kullanmaya bir eğilim vardır. Bununla birlikte sulama suyunun kıt olduğu bölgelerde düşük randıman sonucu suyun ihtiyaca yetmediği ve tarımsal üretimin çok düşük değerler aldığı, suyun bol olduğu yerlerde ise düşük randımanlı sulama tatbikatları sonunda arazide taban suyunun yükselmesi sebebiyle çoraklaşma gibi bazı problemlerin ortaya çıktığı bir gerçektir.

Araziye verilen suyun ancak belirli bir kısmı bitkiler tarafından alınır; geri kalan kısmı çeşitli şekillerde kök bölgesinden kayıplar şeklinde uzaklaşır. Bu kayıplar randımanın azalmasına sebep olur. Su kayıpları, kanallar ve su dağıtım şebekelerinde meydana gelen kayıplar ile tarlada meydana gelen kayıplar olmak üzere iki grup altında incelenebi-

lir.

Kanallar ve su dağıtım şebekelerindeki su kayıpları sulama ağızlarında meydana gelen su kayıpları, buharlaşma ve sızma yoluyla olur. Genellikle buharlaşma yoluyla meydana gelen kayıplar çok azdır. Tarladaki sulama suyu kayıplarının belli başlı sebeplerinden birisi derine sızma olup kanallardan tarlaya alınan suyun takriben % 15-50'si arasında değişir. Bu kayıplar sulama metodlarına bağlıdır. Tarlada meydana gelen kayıpların bir kısmı da yüzey akışı yoluyla araziden uzaklaşan sulardır.

Su kaynağından alınan su bitki tarafından kullanılıncaya kadar birçok aşamalar geçirir ve her aşama için ayrı randıman söz konusudur. Toplam sulama randımanının birer unsuru olan sulama randımanları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Israelsen ve Hansen, 1967).

Su İletim Randımanı: Bir kaynaktan alınan suyun, sulanacak tarım arazisine kadar ulaşan miktarının yüzdesi olarak gösterilmesine su iletim randımanı denir.

$$E_c = \frac{W_f}{W_r} \cdot 100$$

Formülde;

E_c : Su İletim randımanı (%)

W_f : Sulanacak araziye gelen su miktarı,

W_r : Kaynaktan alınan su miktarıdır.

Su Uygulama Randımanı (Tarla Sulama Randımanı): Tarlaya gelen suyun, sulanan bitkinin kök bölgesinde depo edilen yüzde miktarına su uygulama randımanı (tarla sulama randımanı) adı verilir. Bitkiler, kök bölgesinde tutulan bu sudan faydalanabilirler.

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \cdot 100$$

Formülde;

E_a : Su uygulama randımanı (Tarla sulama randımanı) (%),

W_s : Bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı,

W_f : Tarlaya verilen su miktarıdır.

Arazinin sulamaya iyi hazırlanmamış olması, toprağın sığ ve fazla geçirgen oluşu, küçük akış debilerinin kullanılması, sulama esnasında tarlada bulunulmaması, büyük akış uzunluklarının kullanılması ve tarlaya ihtiyaçtan fazla su verilmesi su uygulama randımanını düşüren başlıca faktörlerdir. Su uygulama randımanı (tarla sulama randımanı) çok düşük değerlerden % 100'e yakın değerlere kadar değişiklik gösterebilir. Salma sulama metodlarında su uygulama randımanı % 60, yağmurlama sulama metodunda % 75 civarındadır.

Toplam Sulama Randımanı: Toplam sulama randımanı teorik olarak bitki tarafından kullanılan su miktarının kaynaktan alınan su miktarına oranıdır. Ancak pratikte, bitki kök bölgesinde depolanan su miktarının kaynaktan alınan su miktarına oranı toplam sulama randımanı olarak kabul edilmektedir.

$$E = \frac{W_s}{W_f} \cdot 100$$

Formülde;

E : Toplam sulama randımanı (%),

W_s : Bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı,

W_f : Kaynaktan alınan su miktarıdır.

Toplam sulama randımanı, aynı zamanda tarla sulama randımanı (E_a) ve su iletim randımanı (E_c) çarpımına eşittir.

$$E = E_a \cdot E_c$$

Su Kullanma Randımanı: Herhangi bir sulama tatbikatında kök bölgesine verilen sudan bitkinin faydalanma yüzdesine su kullanma randımanı denir.

$$E_u = \frac{W_u}{W_d} \cdot 100$$

Formülde;

E_u : Su kullanma randımanı (%),

W_u : Bitki tarafından kullanılan su miktarı,

W_d : Kök bölgesine verilen su miktarıdır.

Su Depolama Randımanı: Bu kavram sulama esnasında kök bölgesinde ihtiyaç duyulan suyun ne kadarının karşılandığını gösterir. Yani su depolama randımanı, bitki için gerekli ve yeterli su miktarının kök bölgesi derinliğinde depo edilme durumunu ifade eder.

$$E_s = \frac{W_s}{W_n} \cdot 100$$

Formülde;

E_s : Su depolama randımanı (%),

W_s : Kök bölgesinde depolanan su miktarı,

W_n : Sulamadan önce kök bölgesinde ihtiyaç duyulan su miktarıdır.

Su Dağıtım Randımanı: Sulamada önemli olan bir husus da sulama suyunun kök bölgesinde bitki ihtiyacına en iyi cevap verecek şekilde üniform dağıtılmasıdır. Su dağıtım randımanı, bitki kök bölgesinde suyun ne dereceye kadar mütecanis bulunduğunu

ve suyun tarlaya verilmesinin yeknesak olup olmadığını ifade eder. Bitki gelişiminin üniform oluşu yüksek su dağıtım randımanına geniş ölçüde bağlıdır,

$$E_d = \left(1 - \frac{y}{d}\right) \cdot 100$$

Formülde;

E_d : Su dağıtım randımanı (%),

y : Sulama esnasında depo edilen ortalama su derinliğinden olan ortalama sapma,

d : Sulama esnasında depo edilen ortalama su yüksekliğidir.

2.2 Toprakta Gözeneklerin Dağılışı

Toprağı teşkil eden zerre veya danelerin arasında kalan boşlukların toplamı toprağın boşluk veya gözenek hacmini verir. Bu gözenek hacminin, toprağın tabii hacmine oranı ise toprağın gözenek oranını veya porozitesini ifade eder. Porozite genel olarak toprak hacminin yüzdesi olarak ifade edilir. Bu değer kumlu topraklarda % 35-50 kadar ve killi topraklarda ise %40-60 kadar olabilmektedir.

Toprağın su depolama gücü bitki kök derinliğindeki toplam gözenek hacmine ve özellikle bu gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışına bağlıdır. Toprağın su tutması bakımından, toprağın toplam porozitesinden ziyade poroziteyi teşkil eden gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı önemlidir (Donat, 1937; Sönmez, 1960).

Toprağın su tutma kapasitesi, kullanılabilir su kapasite-

tesisi gibi özellikler sulamada çok önemlidir. Bu faktörlerin her biri doğrudan veya dolaylı olarak toprak gözeneklerinin büyüklüğü ve dağılışı ile ilgilidir.

Baver (1965), toprak gözeneklerini büyüklüklerine göre kapillar ve kapillar olmayan gözenekler diye iki gruba ayırmaktadır. Kapillar olmayan gözenekler geniş olduklarından suyu kapillarite ile tutamazlar; bunlar, tarla kapasitesi şartlarında hava ile doludurlar. Kapillar gözenekler ise toprakta asıl su kapasitesini meydana getirirler. Aynı yazara göre bitki gelişimi için toprakta mevcut porozitenin eşit miktarda kapillar ve kapillar olmayan gözeneklerin toplamı olması arzu edilir.

Toprakların mutlak su depo etme gücü birinci derecede toprağın kapillar gözeneklerinin hacmine bağlıdır.

Özdengiz'in (1970) bildirdiğine göre Sekera, toprağın su tutma gücü yönünden topraktaki gözeneklerin meydana getirdikleri kapillar kanalcıkları kaba (>30 mikron), orta (30-3 mikron) ve ince (<3 mikron) olmak üzere üç gruba ayırmaktadır. Aynı yazara göre kaba gözeneklerdeki su, kapillarite ile tutulamayıp serbest drenaj durumunda yerçekimi ile derinlere sızmaktadır. İnce kapillar gözeneklerdeki su ise bitkilere elverişli olmayıp bu da "ölü su" diye tarif edilmektedir. Bitkilerin faydalanması bakımından toprağın su depolama gücünü ise topraktaki orta büyüklükte (30-3 mikron) olan kapillar gözenekler meydana getirmektedir.

Balcı'nın (1968) bildirdiğine göre temeli daha ziyade Sekera ve Boodt'un görüşlerine dayanan ve toprağın su bilançosuna göre gözenek (por) grupları Tablo 2.1'de görüldüğü gibi

Tablo 2.1 Topraklarda Gözenek Grubu, Gözenek Çapı ve pF Değerleri

Gözenek Grubu		Gözenek Çapı (mikron)	pF Değeri
-Büyük (kaba) gözenekler	-Hızlı drene olanlar	>50	0-1,77
	-Yavaş drene olanlar	50-10	1,77-2,54
-Orta Gözenekler		10-0,2	2,54-4,2
-Küçük Gözenekler		<0,2	>4,2

sınıflandırılmaktadır. Büyük gözenekler (10 mikrondan büyük) içerisindeki su yerçekimi etkisi altında derin toprak horizonlarına doğru hareket etmektedir. Bunlara kendi kendine drene olan gözenekler de denir.

Çapları büyük olan gözeneklerde suyun tutulma kuvveti, küçük çaplı gözeneklere göre daha azdır. Zira bilinmektedir ki su, toprak zerresinden uzaklaştıkça tutulma enerjisi azalmaktadır. Bu yüzden büyük gözeneklerde tutulan su yerçekimine tabi olarak kolayca sızmaktadır. Bu gözenekler toprak ve atmosfer arasındaki hava alışverişini sağlarlar. Orta büyüklükteki (10-0,2 mikron) gözeneklerde suyun az bir kuvvetle uzun zaman tutulduğu ve bitkiler için faydalı suyu sağladığı kabul edilir. 0,2 mikrondan küçük çaplı gözeneklerdeki su, bitkilerin faydalanamayacağı bir kuvvetle tutulmaktadır.

2.3 Solma Noktası

Bitkilerin topraktan su almaları esnasında iki kuvvet karşı karşıyadır. Bunlardan birincisi toprağın bünyesine suyu

bağlama kuvveti, ikincisi ise bitki köklerinin emme veya osmotik kuvvetidir. Kültür bitkileri toprakta mevcut nemin hepsinden faydalanmak durumunda değildir. Toprakta belirli bir miktar nem daha varken bitkiler solmaya başlar. İşte bitkilerin solmaya başladığı anda toprakta mevcut nem miktarı o toprak için solma noktasını ifade eder. Başka bir şekilde ifade edilecek olursa, bitki kökleri tarafından suyun alınma hızı bitki yapraklarındaki terleme (transpirasyon) hızından az olduğu zaman bitkilerde solma başlar. Genel olarak bitki hayatında geçici ve devamlı olmak üzere iki solma noktası vardır. Geçici solma noktasında solmaya başlayan bitkiye su verilirse tekrar canlanır ve yaşamaya devam eder. Devamlı solma noktasında ise bitkiye su verilse dahi bitki canlanamaz; bitki artık ölmüştür.

Solma noktası, toprağın fizikî yapısına, katyon durumuna, bitki çeşidine ve bitkinin gelişme devresine bağlıdır. Kurak iklim kuşağında yetişen bazı kültür bitkileri, köklerinin emme kuvvetine bağlı olarak topraktan 100 atmosferde bağlanan sudan faydalanabildikleri halde, bazıları ancak 4 atmosferlik kuvvete kadar bağlanan sudan faydalanabilmektedir. Ortalama değer olarak devamlı solma noktasında toprak neminin toprak tarafından tutulma kuvveti 15 atmosferdir. Bitkilerde ilk solma hadisesi 5-13 atmosferde tutulan nem seviyesinde başlamaktadır.

2.4 Tarla Kapasitesi

Tarla kapasitesi, bitki kök bölgesindeki toprağın yerçe-

kim kuvvetine karşı bünyesinde tutabildiği maksimum su miktarı olarak tarif edilmektedir. Bol yağış veya sulama ile doyma kapasitesine getirilmiş topraklarda derine sızmalar bittikten veya suyun yer çekim kuvvetine tâbi olarak toprak içindeki hareket hızı yok denilecek kadar azaldığı anda toprakta tespit edilen nem miktarı tarla kapasitesini ifade eder. Tarla kapasitesinde suyun derine hareketi az da olsa mevcuttur; ancak bu hareket hızı bitkilerin terleme hızından azdır.

Özdengiz'in (1970) Taylor ve Slater'den bildirdiğine göre tarla şartlarında tarla kapasitesindeki nem, tabii haldeki toprak tarafından 1/10 atmosferle; fakat laboratuvara getirilen örneklerde ise 1/3 atmosferlik bir kuvvetle tutulmaktadır.

Tarla kapasitesinde, toprakta mevcut gözeneklerden, kapillar kuvvetlerin yerçekim kuvvetine eşit ve daha büyük olan gözeneklerde su tutulmaktadır. Kaba gözenekler ise boşalmış durumda olup bunlar toprağın hava kapasitesini teşkil ederler. Optimum bitki gelişimi için tarla kapasitesinde toprakta mevcut gözeneklerin yarısının su ile yarısının hava ile dolu olması arzu edilir (Brower, 1959; Baver, 1965).

Sekera'ya (1938) göre toprakların tarla kapasitesine etki eden toprak faktörlerinin başında toprakta mevcut gözenek miktarı ile gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı gelmektedir. Aynı yazara göre tarla kapasitesinde toprakta mevcut gözeneklerden, çapları 30 mikron ve daha küçük olanları su ile doludur.

2.5 Faydalı Su

Toprakta bitkiler tarafından kullanılabilir maksimum su miktarı, toprağın tarla kapasitesinde ihtiva ettiği su ile devamlı solma noktası arasındaki farka eşittir. Bu iki önemli sınır arasındaki genişlik toprağın kullanılabilir su depolama kapasitesini ifade eder.

Bitkiler toprakta depo edilen suyun tamamından faydalanamazlar. Tarla kapasitesi ($pF=2,54$) ile solma noktası ($pF=4,20$) arasında bulunan; yani $1/3$ atmosfer ile 15 atmosfer kuvvetleri arasında tutulan sudan faydalanabilirler. Bu su miktarı bitkiler için maksimum kullanılabilir sudur. Bu değer kısaca "Faydalı su" olarak ifade edilir.

Toprakların kullanılabilir su (faydalı su) kapasiteleri, solma noktası ve tarla kapasitesine etki eden faktörlere bağlı olarak geniş sınırlar arasında değişmektedir. Kullanılabilir su kapasitesi toprağın tekstür ve strüktürüne bağlıdır. Ağır bünyeli topraklarda su tutma kapasiteleri kaba bünyeli topraklara göre daha yüksektir. Fakat kullanılabilir su kapasiteleri aynı oranda yüksek değildir. Çünkü ağır bünyeli topraklarda solma noktası değeri de yüksektir. Hatta bazı çalışmalarda, bazı kumlu toprakların killi topraklardan daha çok kullanılabilir su tuttuğu tesbit edilmiştir.

Ergene'ye (1962b) göre, kısmen parçalanmış organik maddelerin, genellikle kumlu topraklara ilâvesi toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır. Sulama tatbikatlarında her sulamada verilecek su miktarı, ıslatılacak toprak profil derinliği ile toprağın tarla kapasitesi tarafından tayin edilir. Toprakta mevcut kullanılabilir suyun % 70'i etkili kök derinliğinin

ilk %50'sinden sarfedilmektedir (Sönmez ve ark., 1981).

Kültür bitkilerinin optimum gelişmelerine zarar vermeden toprakta bitki kök derinliğinde mücade edilecek minimum nem miktarı üzerinde başlıca iki ayrı fikir vardır. Bir kısım araştırmacılara göre bitki kökleri toprakta mevcut kullanılabilir su miktarı solma noktasına ininceye kadar bu sudan aynı kolaylıkla faydalanabilmektedir. Bir kısım araştırmacılara göre ise nem miktarı solma noktasına yaklaştıkça bitkinin nemden faydalanması güçleşmektedir. Genel olarak bu ikinci görüş kabul edilmektedir. Bu görüşten hareketle toprak tekstürüne göre killi topraklarda faydalı suyun % 25'i; tınlı topraklarda faydalı suyun % 50'si; kumlu topraklarda ise faydalı suyun % 75'i tüketildiğinde sulama yapılması tavsiye edilmektedir.

2.6 İnfiltrasyon

Sulama metodlarının planlanmasında esas olan karık, parsel veya tavalara verilecek debilerin, akış uzunluklarının, sulama parsel ve tava boyutlarının ve bitki kök bölgesinde gerekli suyun depo edilmesi için gerekli zamanın (sulama süresinin) hesaplanmasında toprakların infiltrasyon hızları en önemli bir faktördür (Criddle ve ark., 1956; Alagöz, 1957).

Herhangi bir şekilde toprak yüzeyine gelen suların toprak yüzeyinden toprak içerisine sızma hızına infiltrasyon hızı denir.

İnfiltrasyonla toprağa sızan suyun toprak profili içerisindeki hareket hızı ve dağılımı, drenaj ve sulama metodlarını şekillendiren en önemli faktördür. Özellikle tuz prob-

lemi olan yerlerde toprakların yıkanma durumu ve drenaj probleminin çözümü, suyun toprak içerisindeki hareket durumuna bağlıdır.

2.7 Hidrolik İletkenlik

Toprakların su ve hava geçirme özelliğine permeabilite (geçirgenlik) denir. Su ile doymuş haldeki toprağın geçirgenliğine ise hidrolik iletkenlik denir. İnfiltrasyonla toprağa sızan suyun toprak profili içerisindeki hareketinin Darcy kanununa uyduğu kabul edilir. Darcy formülündeki k katsayısı, su ile doymuş topraklarda hidrolik iletkenlik olarak ifade edilmektedir. Hidrolik iletkenlik, belirli bir kesit alanındaki ve belirli kalınlıktaki bir topraktan belirli bir hidrolik meyilde belirli bir zamanda geçen suyun miktarıdır (Sönmez, 1960).

Hidrolik iletkenlik büyük çapta toprağın tekstürüne ve strüktürüne bağlıdır. Pulluk derinliği, bitki kökleri, topraktaki solucan delikleri ve topraktaki diğer canlıların aktiviteleri de hidrolik iletkenliğe etki yapar. Toprakta kum ve iri zerrelerin artması ile hidrolik iletkenlik de artar. Toprağın alt tabakalarındaki hidrolik iletkenlik değerlerine koloidal maddelerin (kil minarellerinin) şişmesinin önemli etkisi vardır. Bu şişme sonucunda gözenekler tıkanarak hidrolik iletkenliği azaltır (Ertugrul, 1971).

2.8 Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu İhtiyacı

Sulama plânlamasında su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyacının bilinmesi şarttır. Bitki su tüketimi, bitkilerden terleme (transpirasyon) ve topraktan buharlaşan suyun (evaporasyon) toplamı olarak ifade edilir (evapotranspirasyon). Evapotranspirasyona etki yapan belli başlı faktörler; bitki örtüsü, toprak özellikleri, arazi kullanma şekli ve iklim şartlarıdır (Ertuğrul, 1971).

Bitkiler, su ihtiyaçlarını kök bölgesinde bulunan toprak neminden faydalanmak suretiyle karşılarlar. Bu yüzden, tarlada bitki kök bölgesi derinliğinde ekim zamanından hasat devresine kadar uygun miktarlarda nem bulunmasına ihtiyaç vardır. Bitkilerin su tüketimleri bitki çeşidine göre değişmektedir. Aynı bitkinin su tüketimi ise mevki, iklim ve gelişim faktörlerinin tesiri altında değişiklikler göstermektedir. Bu bakımdan çeşitli iklim bölgelerinde çeşitli bitkilerin su tüketimlerinin bilinmesi herşeyden önce su ekonomisi yönünden gereklidir. Sulama suyu ihtiyaçları genellikle belirli bir zaman süresi için mm olarak ifade edilir (Ayyıldız, 1962).

Benoit ve Grant (1985), eksik ve fazla suyun patates verimini olumsuz yönde etkilediğini belirtmektedir.

Teorik olarak bitki su tüketimi transpirasyona eşittir. Ancak, evaporasyon ve transpirasyon birbirlerini etkilediklerinden ve pratikte birbirlerinden ayırmak güç olduğundan ikisi birlikte ele alınırlar. Böylece uygulamada;

Bitki su tüketimi= Evapotranspirasyon
olarak kabul edilir.

Evapotranspirasyon (ET), aktüel ve potansiyel olmak

üzere ikiye ayrılır. Aktüel evapotranspirasyon (AET); gerçekleşen evapotranspirasyondur. Potansiyel evapotranspirasyon (PET); toprakta, bitkilerin kısıtsız olarak istedikleri suyun bulunması durumunda meydana gelecek evapotranspirasyondur (Kara, 1983).

Bitki su tüketimi hesabında değişik metodlar vardır. Eko-fizyolojik metodlar, toprak nemi ölçerek hesap metodları ve meteorolojik değerlere dayalı hesap metodlarından faydalanılmaktadır. Eko-fizyolojik metodların esası, ya bitki özsuğunun donma noktasının tayininden yararlanarak osmotik değerin tesbiti (kiryoskopik metod) ya da bitki özsuğu şeker oranının tesbiti (refraktometre metodu) yoluyla bitki su ihtiyacının belirlenmesidir. Toprak nemi ölçerek hesap metodlarına doğrudan ölçme metodları veya deneme metodları da denir. Arazi deneme parsellerinde veya herhangi bir parselde yerleştirilmiş özel kaplarda istenen bitki yetiştirilir. Toprak nemindeki azalma miktarı tesbit edilmek suretiyle bitki su tüketimi hesaplanır. Meteorolojik değerlere dayalı hesap metodlarında birçok araştırmacı, iklim faktörlerinin rakamlandırılmış ölçüleri olan meteorolojik değerlerle evapotranspirasyon arasındaki bağıntıyı formüle etmeye çalışmışlardır. Genellikle araştırmacıların adlarıyla anılan birçok amprik formül ve metod ortaya çıkmıştır. Bunlardan önemlileri Thornwaite, Lowry-Johnsen, Penman, Blaney-Cridde, Albrecht, Haude ve Bauman-Shendel metodlarıdır (Kara, 1983).

Amprik formüllerden, Türkiye'de denenmiş ve Türkiye'nin iklim şartlarına en uygun olan, Blaney-Cridde metodunda meteorolojik değerlerden aylık ortalama sıcaklık ve güneşlenme o-

ranı esas alınır. Bu metod vasıtasıyla bitki su tüketimi hesabı şu şekilde yapılmaktadır (Ertuğrul ve Apan, 1979):

$$u = 25,4 \cdot k \cdot f$$

$$f = \frac{(1,8 t + 32)}{100} \cdot P$$

$$P = \frac{\text{Aylık gündüz saatleri toplamı}}{\text{Yıllık gündüz saatleri toplamı}}$$

$$k = k_t \cdot k_c$$

$$k_t = 0,031 t + 0,24$$

Yukarıdaki formüllerde;

u: Aylık bitki su tüketimi (mm),

k: Aylık bitki su tüketimi katsayısı,

f: Aylık su tüketimi faktörü,

t: Aylık ortalama sıcaklık derecesi (°C),

P: Aylık güneşlenme oranı (%),

k_t : Ortalama hava sıcaklığıyla ilgili iklim katsayısı,

k_c : Bitki büyüme devresine göre değişen bir katsayıdır.

Niğde ili su tüketimi değerleri, Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü'nde elde edilen deneysel sonuçların aktarılması suretiyle Blaney-Criddle metoduyla elde edilmiş olup patates bitkisinin su tüketimi Tablo 2.2'de görülmektedir (TOPRAKSU,1982).

2.9 Sulama Randımanlarıyla İlgili Araştırmalar

Israelsen ve Hansen'in (1967) bildirdiğine göre normal

Tablo 2.2 Niğde İlinde Patates Bitkisinin Su Tüketimi

	<u>Nisan</u>	<u>Mayıs</u>	<u>Haziran</u>	<u>Temmuz</u>	<u>Ağustos</u>	<u>Eylül</u>	<u>Toplam</u>
Bitki su tüketimi: u, (mm)	9,8	82,3	127,1	210,0	95,4	30,5	555,1

sulama tatbikatlarında yüzey sulamalarda su uygulama randımanı % 60, iyi projelendirilmiş yağmurlama sulama sistemlerinde genellikle % 75 civarındadır.

Willardson ve Bishop (1967), salma sulamada su uygulama randımanını analiz etmişlerdir.

Balaban (1970), Konya, Eskişehir, Tokat ve Ankara-Çubuk sulamalarında yaptığı araştırmada kanallardaki sızma kayıplarını zemin cinsine göre, kil yatakta açılmış kanallardan $0,017 \text{ l/s/m}^2$ - $0,054 \text{ l/s/m}^2$ arasında; kil-tın yatakta açılmış kanallardan $0,029 \text{ l/s/m}^2$ - $0,060 \text{ l/s/m}^2$ arasında; kumlu, siltli ve tın yatakta açılmış kanallarda $0,022 \text{ l/s/m}^2$ - $0,084 \text{ l/s/m}^2$ arasında bulmuştur. Kaplamalı kanallardaki sızma kayıpları ise $0,006$ ile $0,031 \text{ l/s/m}^2$ arasında bulunmuştur.

Balaban ve Ayyıldız (1970), tarla sulama randımanını tesbit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada Eskişehir-Alpu Ovası sulamasında tarla sulama randımanının % 30-85 arasında, Ankara sulu tarım alanlarında % 47-90 arasında, Konya Ovası'nda % 18-86 arasında ve Tokat Ovası'nda ise % 31-83 arasında değiştiğini tesbit etmişlerdir.

Özdengiz (1970) tarafından Iğdır Ovası topraklarında yapılan bir araştırmada tarla sulama randımanları uzun tava

sulama metoduyla sulanan şeker pancarında % 40,8, pamukta % 38,0, adi salma metoduyla sulanan yoncada % 41,1, karık metoduyla sulanan sebzelerde % 44,7 bulunmuştur.

Linderman ve Stegman (1971), hidrolik parametrelerin su uygulama randımanı üzerine etkilerini analiz etmişlerdir.

Hakgören (1972), tarafından Yukarı Pasinler Toprak ve Su Kooperatifi sulama sahasında yapılan bir araştırmada, tarla su uygulama randımanlarının % 29-% 46 arasında değiştiği tesbit edilmiştir.

Oliver (1972), su yuqlama randımanlarının 1954'de ABD'nin doğu bölgelerinde % 60, batı bölgelerinde % 45 olduğunu belirtmektedir. Aynı yazara göre su uygulama randımanı genel olarak % 20 ile % 75 arasında değişmektedir.

Erözel (1978), Niğde-Misli Ovası sulama alanında optimum su kullanımını tesbit etmek amacıyla yaptığı araştırmada farklı tekstürde ve farklı bitkilerin yetiştiği alanlarda 0-60 cm toprak derinliği için tarla su uygulama randımanını ortalama % 44 bulmuştur. Aynı araştırmada beton kaplamalı trapez kesitli kanallardan su kaybınının 0,003 egim için 0,346 ile 1,123 m³/gün/m² arasında; kanaletlerde 0,004 egimde 2,765 m³/gün/m², 0,005 egimde 3,638 m³/gün/m²; tarla arklarında ise % 17,11 ile % 46,21 arasında değişmekte olduğu tesbit edilmiştir. Söz konusu araştırma alanında yetiştirilen bitkilerin sulama aralıkları toprak bünyesine göre patates için 4-10 gün, hububat için 8-18 gün, şeker pancarı için 5-11 gün, fasülye için 5-12 gün ve yonca için ise 8-18 gün arasında bulunmuştur. Aynı araştırmada hafif bünyeli topraklardan oluşan araştırma alanında tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin çok

düşük oldukları, toprak örneklerinin ortalama kullanılabilir nem miktarının 10,50 cm/90 cm olduğu belirtilmektedir.

Şener (1978), Menemen Ovası'nda su uygulama randımanını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, ovada su uygulama randımanlarını % 36-66 arasında bulmuştur.

Ertaş (1980), tarafından Konya'da yapılan araştırmada TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü arazisinde 1973 yılında şeker pancarında birinci uygulamada su uygulama randımanı % 80,6, İkinci uygulamada % 69,3 bulunmuştur. 1974 yılında ise su uygulama randımanı % 88 bulunmuştur. 1976 yılında arpa sulamasında su uygulama randımanı % 43, şeker pancarında birinci uygulamada % 62,6; ikinci uygulamada % 63,1 bulunmuştur. 1977 yılında Enstitü arazisinde buğday sulamasında su uygulama randımanı % 80,2, şeker pancarında % 79,6 bulunmuştur. 1977 yılında Çumra'da göllendirme tava metoduyla sulanan yoncada su uygulama randımanı % 28,7 olarak tesbit edilmiştir.

Öğretir (1981), tarafından Eskişehir çifteler DSI sulama şebekesinde yapılan araştırmada, çiftçi tarlalarında yapılan sulamalarda su uygulama randımanları sulama metoduna bağlı olarak % 31,84 ile % 76,79 arasında (ortalama % 55,78) bulunmuştur. Salma metodu ile yapılan sulamalarda su uygulama randımanı % 31,84 ile % 56,36 arasında (ortalama % 41,86) bulunmuştur. Yağmurlama sulamada ise % 52,14 ile % 76,79 arasında (ortalama % 66,23) tesbit edilmiştir.

Delibaş (1987), Erzurum'da Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma sahasında uzun tava sulama metodunda maksimum elde edilebilir su uygulama randımanını araştırmıştır. Bu çalışmada eğim ve debiye bağlı olarak tava uzunluğu ile su

uygulama randımanı arasında matematiksel bir ilişki geliştirilmiş ve bu ilişkinin geçerliliği tarla şartlarında araştırılmıştır. Sözkonusu araştırmanın sonuçlarına göre gerek eğimin artması, gerekse aynı eğimde debinin artması elde edilmesi mümkün olan en yüksek su uygulama randımanının yükselmesine sebep olmaktadır; fakat bu randımanlara ulaşabilmek için tava uzunluklarının da eğim ve debiye bağlı olarak artırılması gerekmektedir.



3. MATERİYAL ve METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Coğrafik Konum

Niğde-Misli Ovası, Niğde ilinin kuzeyinde $38^{\circ}00'$ ve $38^{\circ}30'$ kuzey enlemleri ile $34^{\circ} 30'$ ve $35^{\circ}00'$ doğu boylamları arasında yer alır. Alanı, dağlık kısımlarınki 820 km^2 , ovalık kısımlarınki 347 km^2 olmak üzere toplam 1167 km^2 dir. Misli Ovası batıdan yüksek dağlarla (Melendiz dağları); kuzey, güney ve doğudan da tatlı eğimli sırtlarla çevrilmiştir. Misli Ovası, Niğde ve Nevşehir il sınırları içerisinde kalmakta olup doğusu Kayseri il sınırındadır (Şekil 3.1).

Ovalık kısımlar üçe ayrılabilir. Bunlar hafif meyilli sırtlar arasında yer alan oldukça geniş düzlüklerdir. Bu düzlükler şu şekilde adlandırılmıştır:

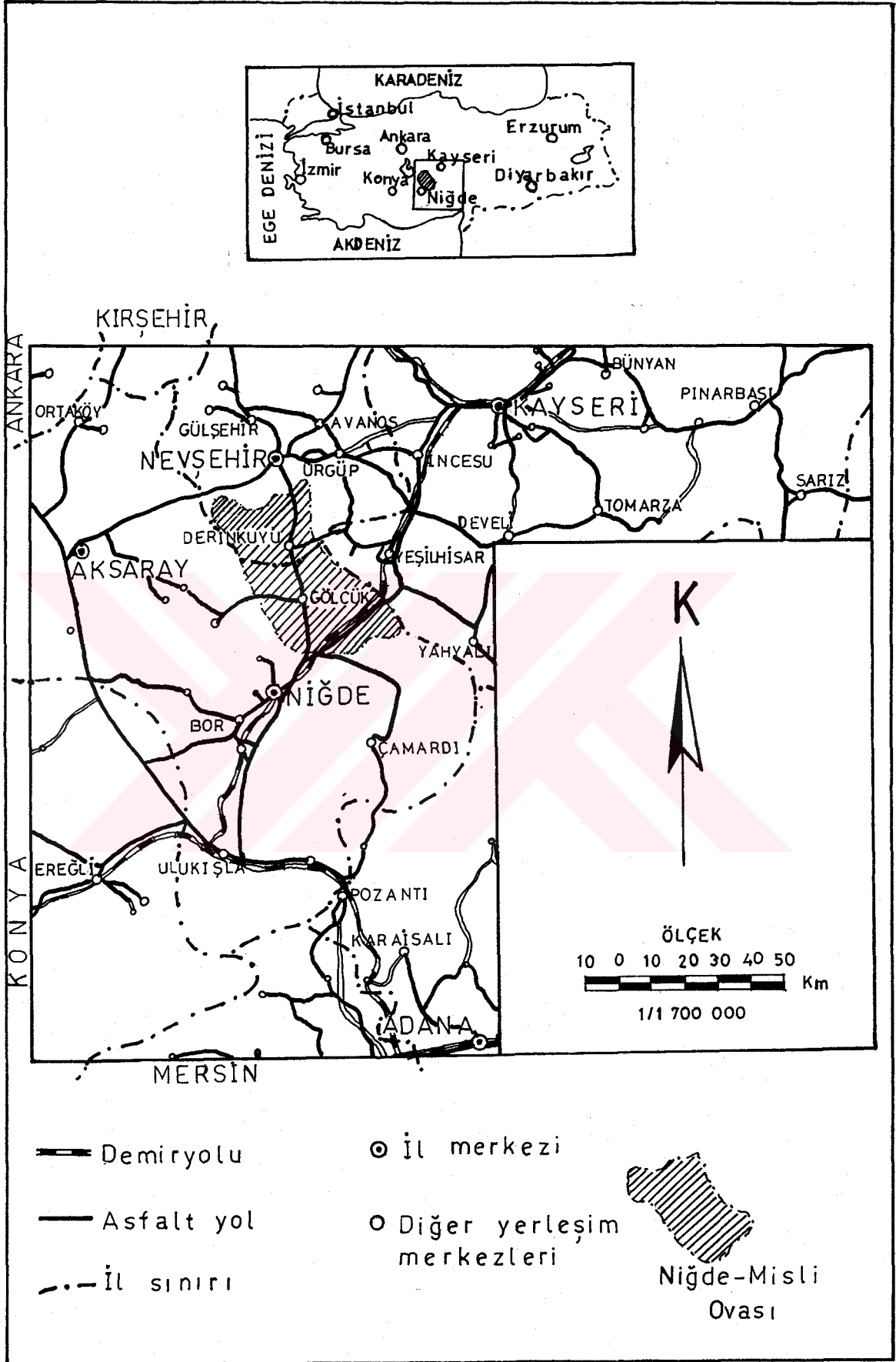
1) Gölcük düzlüğü: Yörenin kuzey kısmında olup ova alanı 290 km^2 , dağlık alanı 700 km^2 dir.

2) Ovacık düzlüğü:Yörenin güneyinde olup ova alanı 22 km^2 , dağlık alanı 50 km^2 dir.

3) Edikli düzlüğü: Yörenin kuzeydoğusunda yer almış olup ova alanı 35 km^2 , dağlık alanı 70 km^2 dir.

Gölcük ve Ovacık düzlükleri birbirleriyle dar bir şeritle irtibatlıdır. Misli Ovası kuzeybatı-güneydoğu istikametinde uzanmaktadır (DSI, 1971).

Araştırma sahası Gölcük düzlüğünün Niğde il sınırları içerisinde kalan kısmında bulunur. Buradaki belli başlı yerleşim birimleri Gölcük kasabası, Hasaköy, Tırhan, Alay,



Şekil 3.1 Niğde-Misli Ovası'nın Türkiye'deki yeri.

Bağlama, Ağcaşar, Kiledere ve Konaklı köyleridir. Araştırma sahası Niğde'ye 30 km mesafededir (Şekil 3.2). Rakım 1300 m civarındadır.

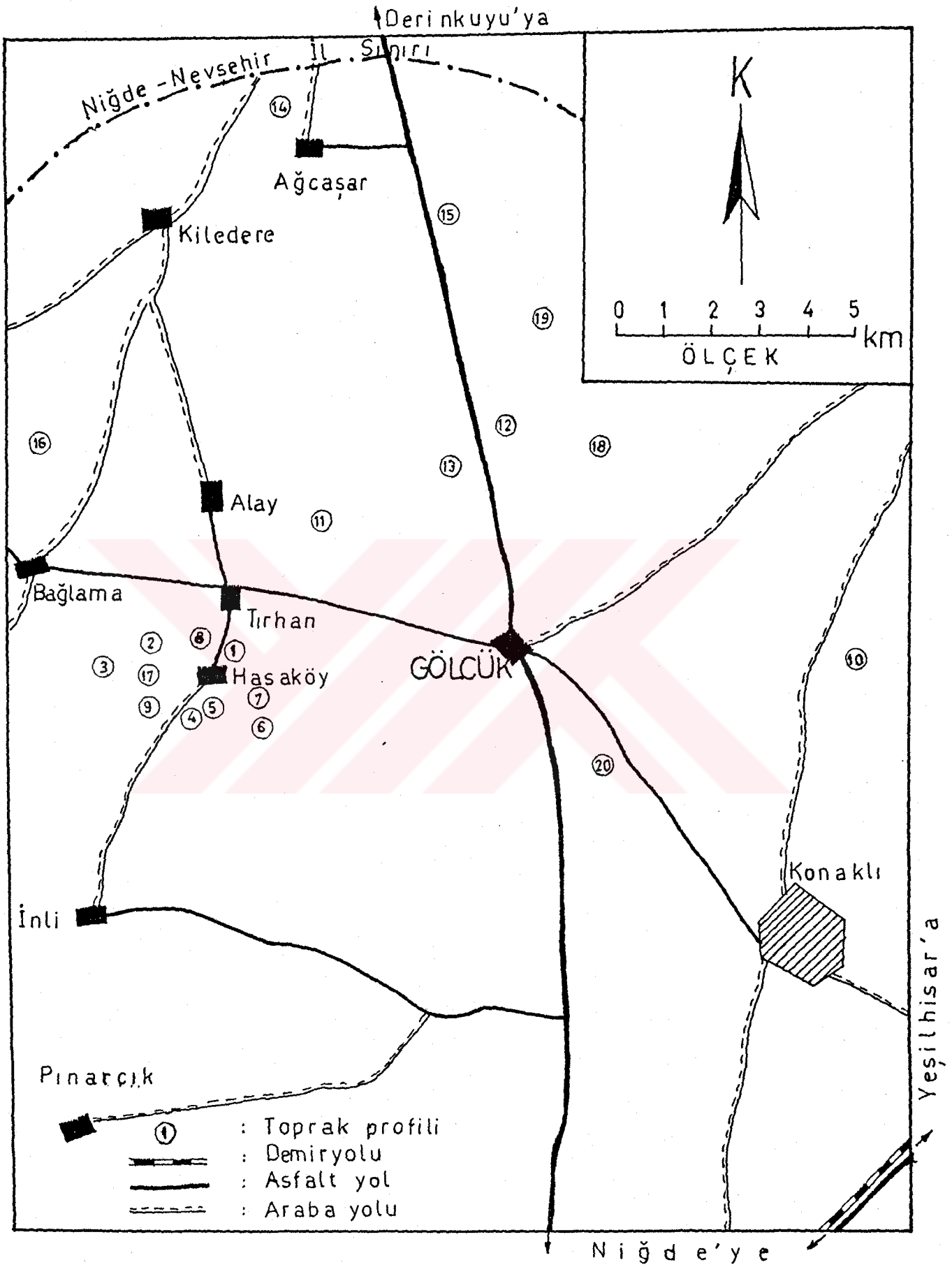
3.1.2 İklim

Niğde-Misli Ovası İç Anadolu bölgesinde dağlarla çevrili kapalı bir havza olup yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçen tipik karasal iklime sahiptir.

Niğde meteoroloji istasyonuna ait ortalama meteorolojik değerler Tablo 3.1'de verilmiştir. Araştırma alanı içinde bulunan Gölcük istasyonunda uzun yıllar meteorolojik rasatlar yapılmamış olduğundan araştırma alanına en yakın olan Niğde meteoroloji istasyonuna ait meteorolojik değerlerden faydalanılmıştır.

Tablo 3.1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere yıllık ortalama yağış 338,3 mm dir. En yağışlı ay 43,3 mm ile Nisan ayı ve en kurak ay 4,0 mm ile Temmuzdur. Yıllık ortalama sıcaklık 11°C olup en sıcak ay Temmuz (ort. 22,4°C), en soğuk ay ise Ocak(ort. -0,5°C) ayıdır. Günlük sıcaklık farkı fazla olup bu fark 21,6°C (Nisan) ile 24,5°C (Temmuz) arasında değişmektedir. Ortalama nispi nem % 56 olup en yüksek % 71 ile Aralık ve Ocak aylarında, en düşük % 39 ile Ağustos ayındadır.

Yıllık buharlaşma 1450,3 mm'dir. Buharlaşmanın fazla olduğu aylar patatesin sulama mevsimine rastlayan Haziran (226,3 mm), Temmuz (301,4 mm), Ağustos (316,2 mm) ve Eylül (200,0 mm) aylarıdır. Hakim rüzgar kuzey-kuzeydoğu (NNE) yönündendir.



Şekil 3.2 Niğde-Misli Ovası araştırma sahasında toprak örneklerinin alındığı profillerin yerlerini gösterir harita.

Tablo 3.1 Nigde İstasyonuna Ait Ortalama Meteorolojik Değerler
(DMI Genel Müdürlüğü kayıtlarından)

İstasyon Adı : Nigde		Rasat Süresi: 1935-1980 (Dahil)												Enlem : 37°39'N	
İstasyon Yüksekliği : 1208 m		A Y L A R												Boylam: 34°40'E	
Meteorolojik Değerler	Rasat Süresi (Yıl)	A Y L A R												Yıllık	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Ort. Sıcaklık (°C)	46	-0,5	1,1	4,7	10,3	15,0	19,1	22,4	22,1	17,5	12,0	6,4	1,7	11,0	
Ort. Yük. Sıcaklık (°C)	46	4,6	6,2	10,5	16,3	21,2	25,4	29,1	29,3	25,2	19,5	13,2	7,0	17,3	
Ort. Düşük Sıc. (°C)	46	-5,0	-3,4	-0,6	3,8	8,0	11,3	14,2	13,9	9,8	5,4	1,1	-2,6	4,7	
En Yüksek Sıc. (°C)	46	18,6	20,3	26,4	29,0	33,0	35,0	38,0	37,6	33,8	32,0	25,0	21,2	38,0	
En Düşük Sıc. (°C)	46	-27,0	-21,9	-17,9	-6,7	-2,6	3,5	6,6	6,5	-0,7	-6,2	-19,5	-24,0	-27,0	
Günlük En Yüksek Sıc. Farkı (°C)	46	23,3	22,4	22,0	21,6	22,8	23,0	24,5	24,3	24,0	23,6	21,8	23,8	24,5	
Donlu Günler Sayısı	46	24,8	20,7	16,6	3,9	0,1	-	-	-	0,0	2,3	10,8	20,8	100,1	
Ort. Nisbi Nem (%)	46	71	68	62	56	53	46	40	39	45	55	64	71	56	
Ort. Aylık Rüzgâr Hızı (m/s)	39	3,5	3,6	3,7	3,7	3,3	3,2	3,7	3,6	3,3	3,0	3,0	3,2	3,4	
Hakim Rüzgâr (Esme Sayısı Toplamı)	29	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	
Yağış (mm)	46	491	452	477	414	464	538	673	733	644	619	545	534	6588	
Karlı Günler Sayısı	25	5,2	5,2	2,8	0,5	-	-	-	-	-	0,0	0,6	3,0	17,4	
Ort. Güneşlenme (gün/saat/dk)	19	3,43	4,47	5,40	6,49	8,59	11,04	12,16	11,38	10,06	7,28	5,42	3,42	7,40	
Buharlaşma (mm)	19	25,6	40,7	107,7	130,2	176,9	226,3	301,4	316,2	280,0	117,7	71,6	-	1450,3	
Günlük En Yüksek Buharlaşma (mm)	19	3,3	7,5	18,5	16,0	14,0	16,8	19,0	17,4	14,0	9,0	7,0	-	19,0	
		En Erken												Ortalama	
İlk Don Tarihi:		26.9.1956												29 Ekim	
Son Don Tarihi:		25.3.1960												14 Nisan	
		En Gec													
		29.11.1976-79													
		3.5.1965													

3.1.3 Hidrojeolojik Durum

Ovada alüvyon tabakalar çok incedir ve bir kaç dere ya-
tağı civarında bulunur. Neojen göl sedimantasyonu neticesinde
çökelmiş kil, kum, çakıl bantları ile yine bu devrede
erüpsiyonlardan oluşan tuf ve volkanik kül seviyelerinin
nöbetleşmesi halindedir. Andezitler muhtemelen eosen yaşlı o-
lup ovanın batısında geniş alanlar kaplarlar. Ova temelinde
paleozoik yaşlı gabro yer alır (DSI, 1971).

Misli Ovası'nda devamlı akan hiç bir akarsu yoktur. Ku-
zeydoğuda Tepearlı deresi sahaya girer ve kısa bir mesafe ka-
tettikten sonra ovayı terkederek Yeşilhisar Ovası'na dahil o-
lur. Ovanın batısında İnli köyü civarında bulunan Murtaza
deresi kışın yağışlı zamanlarda ve bilhassa ilkbaharda
taşkınlar meydana getirmektedir. Bu taşkınlar Hasaköy ve Kile-
dere'nin kuzeyindeki çukur sahada birikir (DSI, 1971). Bugün
DSI tarafından yapılmakta olan Murtaza Barajı bu taşkınları
önleyecek ve ayrıca sulama yapılacaktır.

Güneyde bulunan Kargasekmez deresi yaz aylarında tamamen
kurumaktadır. Misli Ovası'nda biri ortada, diğeri ise güneyde
bulunan iki önemli su kaynağı vardır. Gölcükbaşı pınarının de-
bisi 240 l/s olup bu kaynağın suyu Gölcük ve çevresinde sulama
ve kullanma suyu olarak sarfedilmektedir. İkinci kaynak Pınar-
başı (Öztepe) kaynağı olup debisi 110 l/s dir. Tüfden bir hat
boyunca çıkan bu kaynak vasıtasıyla Ovacık düzlüğündeki ye-
raltısuyunun büyük bir kısmı ova dışına Bor Ovası'na aktarıl-
maktadır. Bu kaynağın kotu Misli Ovası kotundan daha düşüktür.

DSI tarafından açılan sondaj kuyularında pompalama de-
neyleri yapılarak su taşıyan formasyonların hidrolik kat-

sayıları tesbit edilmiştir. Hasaköy, Alay ve Kiledere köyleri civarında iletkenlik $T=5000-6000 \text{ m}^3/\text{gün/m}$, özgül debiler ise genellikle $28-18 \text{ l/s/m}$ bulunmuştur. Yeraltısuyu bakımından en verimli bölge bu kısımdır. Ovacık düzlüğünde elde edilen hidrolik katsayılar oldukça verimsiz bir aküferi işaret etmektedir (DSI, 1971).

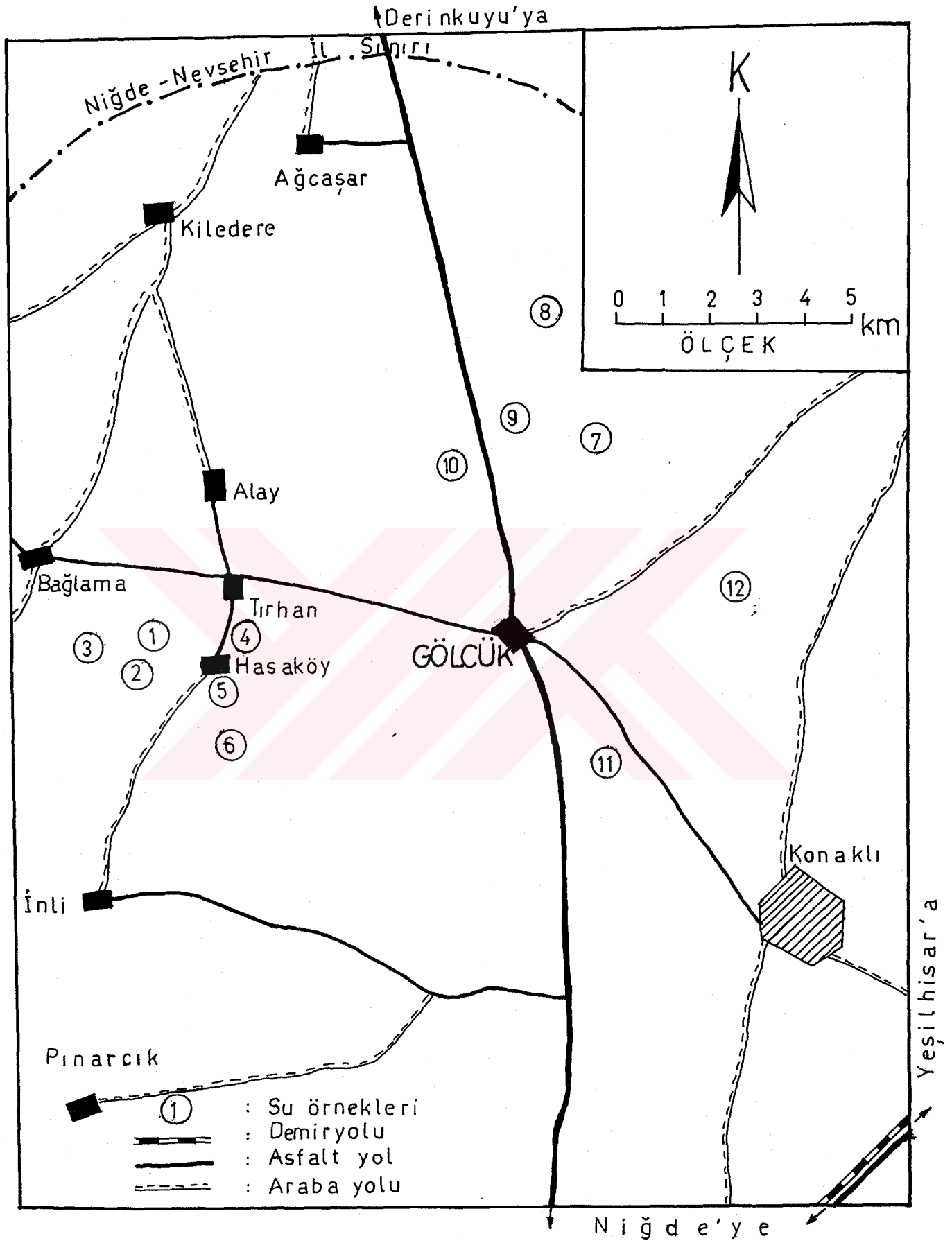
Gölcük düzlüğünde yeraltısuyu akışı güneydoğudan kuzey batıya doğrudur. Kuzeybatı kesiminde yer alan geçirimli bazalt akıntıları içinde yeraltısuyu muhtemelen Acıgöl Ovası'na boşalmaktadır.

Yıllık yeraltısuyu boşalımlarının % 70'inin yeraltısuyu rezervuarından emniyetle çekileceği kabul edilirse Misli Ovası için yeraltısuyu yıllık emniyetli verimi $45,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Araştırma sahasının da içinde bulunduğu Gölcük düzlüğü $39,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ yeraltısuyu emniyetli verimi ile başta gelmektedir (DSI, 1971).

Niğde-Misli Ovası'nda yeraltısuyu işletmesine en uygun alan Gölcük düzlüğünde Kiledere, Alay, Bağlama, Hasaköy, Tırhan köyleri ve Gölcük kasabası arazilerini içine alan kısımdır. Bu alanda açılan sondaj kuyularının debileri $30-50 \text{ l/s}$, özgül debileri ise genellikle $3-5 \text{ l/s/m}$ arasındadır.

Misli Ovası'ndaki kaynak, kazma kuyu ve sondaj kuyusu sularının sulama yönünden genellikle T_{2A_1} sınıfından ve bazik karakterde olduğu belirtilmektedir (DSI, 1971).

Araştırma sahasını temsilen alınan sulama suyu örneklerinin (Şekil 3.3) özellikleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere araştırma sahasında kullanılan sulama sularının, sulama yönünden genellikle T_{2A_1}



Şekil 3.3 Niğde-Misli Ovası araştırma sahasında sulama suyu örneklerinin alındığı yerleri gösterir harita.

sınıfından ve bazik karakterde olduğu anlaşılmaktadır. Başka bir ifadeyle, araştırma sahasında kullanılan sulama sularının özellikleri değerlendirildiğinde bu suların sulamada emniyetle kullanılabilceği söylenebilir.

3.1.4 Toprak Özellikleri

Niğde-Misli Ovası'nda yer alan topraklardan, alan itibarıyla ilk sırayı regosol topraklar almaktadır. Daha küçük sahalarda allüviyal, kollüviyal ve kahverengi topraklar da mevcuttur (TOPRAKSU, 1982). Araştırmanın yürütüldüğü sahadaki toprakların büyük bir bölümü regosol topraklardır. Bu topraklar, profil oluşumları zayıf genç topraklardır. Kaba bünyeli ve fazla geçirgen olan bu toprakların su tutma kapasiteleri düşüktür.

Araştırma sahasını temsilen alınan toprak örneklerinin (Şekil 3.2) özellikleri Tablo 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Tabloların incelenmesinden anlaşılacağı gibi sözkonusu topraklar bazik karakterde, bitki kök bölgesi derinliğinde kireç miktarı az, organik maddece fakir, tuzsuz, kaba bünyeli, hidrolik iletkenlikleri yüksek, genelde saturasyon yüzdeleri ve hava kuru nem oranları düşük topraklardır. Toprakların bilhassa fiziksel özellikleri patates bitkisinin isteklerine uygunluk göstermektedir.

3.1.5 Tarımsal Yapı

1970'li yıllardan önce yörede kuru tarım yapılmakta ve

hububat yetiştirilmekteydi. Çiftçilerin gelir seviyesi az, dolayısıyla hayat standardı düşüktü. Sulu tarıma geçilmesiyle beraber proje sahasının ulaşım durumu düzelmiş, elektrik enerjisi sağlanmış ve bilhassa patates üretimiyle gelir seviyesi yükselmiştir. Araştırma sahasındaki çiftçilerin geçim kaynağı tarım ve hayvancılığa dayalıdır. Kamu kuruluşlarının açtığı kuyular yanında çiftçiler tarafından çok sayıda kuyu açılmış sulu tarıma geçilmeden önce yok denecek kadar az olan gübre kullanımı projeye birim alan başına çok fazla artmıştır. Hatta günümüzde birim alan başına gereğinden fazla gübre kullanılmaktadır. Yöre çiftçisinin maddi imkânlarının, sulama bilgi ve tecrübelerinin artmasıyla birlikte yağmurlama sulama metoduna geçilmiştir. Çok kısa bir süre içerisinde çiftçilerin hayat standardı da bir hayli yükselmiştir.

Araştırma sahasında hakim olan münavebe sistemi Buğday-Patates şeklindedir. Bunların dışında arpa, şeker pancarı, fasülye ve kavak yetiştirilmektedir.

Niğde ili, patates üretiminde Nevşehir'den sonra ikinci sırayı almaktadır. Her iki ilin patates üretimlerinin büyük bir kısmı Misli Ovası'nda yapılmaktadır. Bu duruma göre denilebilir ki Niğde-Misli Ovası patates üretiminde Türkiye'de ilk sırayı almaktadır. 1986-1987 yılı istatistiklerine göre (DİE, 1988,1989). Türkiye'nin, Niğde'nin ve Nevşehir'in tarla ürünleri genel toplamı ile bunun içinde yer alan patates üretimleriyle ilgili değerler Tablo 3.2'de verilmiştir.

Sözkonusu istatistik bilgilerine göre patates bitkisi, Niğde'de tarla ürünleri içinde, alan itibariyle buğday ve arpadan sonra üçüncü sırayı almaktadır. Niğde ilindeki ortalama 25 718 kg/hektar'lık patates verimi Türkiye ortalamasının

(21 292 kg/hektar) üzerindedir. Araştırma sahasındaki patates üreticileri 30 000 kg/hektar'ın üzerinde verim elde ettiklerini belirtmektedirler.

Araştırma sahasında modern tarıma geçişten sonra, tarım girdilerinin çok çeşitlenmesi ve buna bağlı olarak maliyetlerin artması sonucunda ovada hakim olan patates ürününün değerlendirilmesi büyük bir problem olarak çiftçinin karşısına çıkmıştır. Zaman zaman ihracat imkânlarının çıkması bir rahatlık sağlamışsa da pazarlama problemi halen devam etmektedir. Patates üreticisi çoğu kez ürününü maliyetine satmış veya borçlarını ödeyebilmek için buna mecbur olmuştur.

Tablo 3.2 Türkiye ile Nevşehir, Niğde İllerinde Tarla Ürünleri Patates Üretimi ve Verimi (1986-1987 yılı ortalamaları)

Ürünler	Alan (Hektar)		Üretim (Ton)	Verim (kg/ha)
	Ekilen	Hasat edilen		
Türkiye				
-Tarla ürünleri				
(Genel Toplam)	18 177 037	18 074 230	51 487 308	-
-Patates	195 000	194 957	4 150 000	21 292
Nevşehir				
-Tarla ürünleri				
(Genel Toplam)	249 617	249 583	1 437 722	-
-Patates	26 041	26 041	888 256	34 055
Niğde				
-Tarla ürünleri				
(Genel Toplam)	390 512	388 449	1 684 441	-
-Patates	24 853	24 853	639 484	25 718

Ovada sulu tarıma geçilmesiyle ekonomik bir canlanma olmuştur. Sulu tarımla birlikte traktör her çiftçi ailesinin vazgeçilmez vasıtası olmuştur. Hatta rahatlıkla söylenebilir ki, patates üreten herkes kendini traktör bulundurmaya mecbur hissetmektedir. Çünkü genellikle sulama suyu, kuyulardan kayış kasnak sistemiyle traktör tarafından çekilmekte ve yağmurlama sulama şebekesine basılmaktadır.

Sulamayla birlikte tarım alet ve makinalarının kullanımının artması küçük tamir ve bakım atölyelerinin yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca patates üretimi kamyon taşımacılığını artırmıştır.

3.2 Metod

3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması

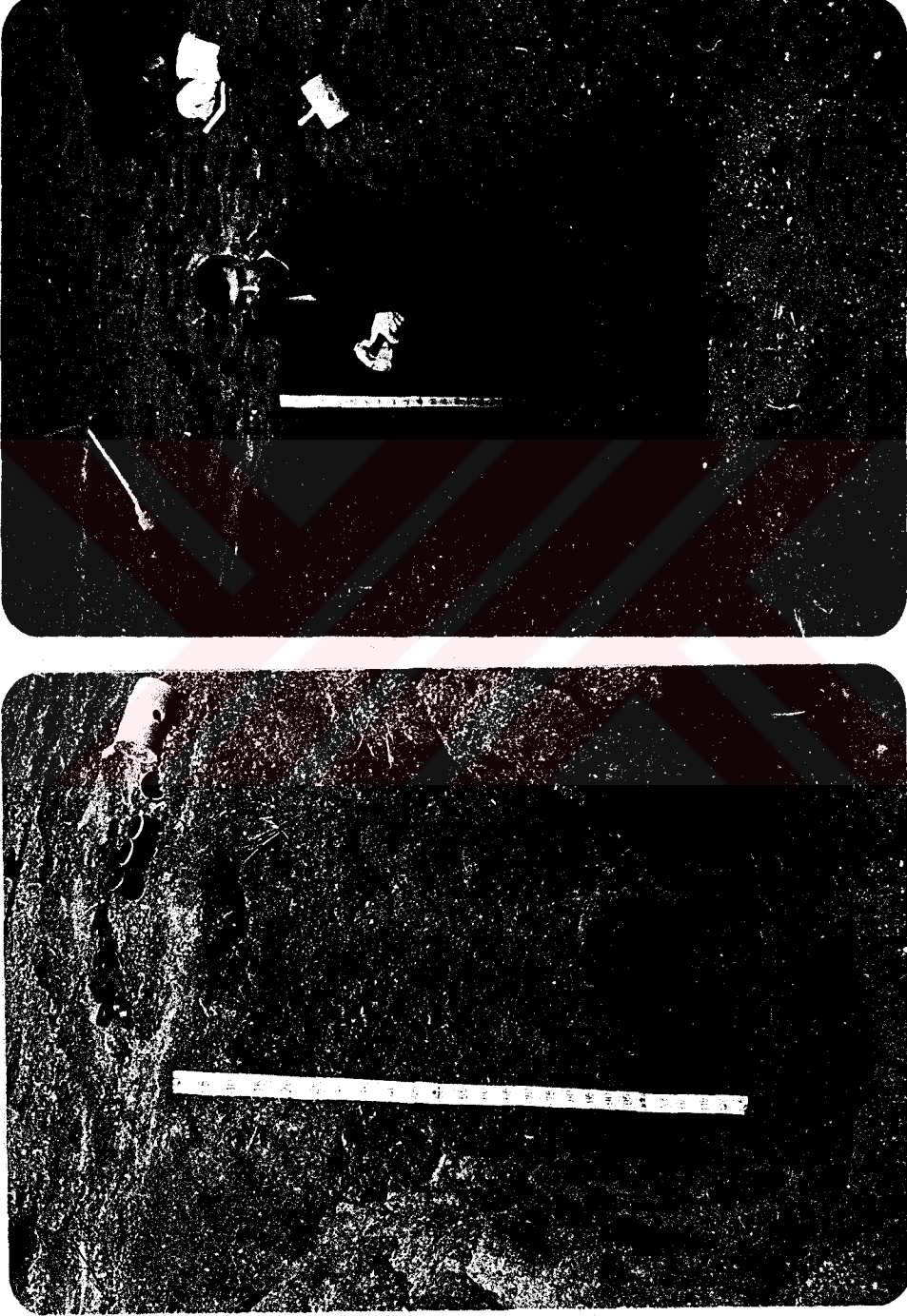
Tekstür, kaba materyal özgül ağırlık, hacim ağırlığı, porozite, hava kurusu nem, hidrolik iletkenlik, saturasyon yüzdesi, toprak reaksiyonu, elektrik iletkenlik, kireç miktarı, organik madde miktarı, farklı tansiyonlarda toprakların tuttuıkları nem miktarı değerlerini tesbit etmek amacıyla 20 adet profilin değişik kat derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alınmasında, araştırma sahasını temsil etmesi ve araştırmanın yürütüleceği sırada sulama yapılacak olması gözönünde bulundurulmuştur. Şekil 3.2'deki haritada toprak örneklerinin alındığı yerler görülmektedir. Hacim ağırlığı ile toprakların 1/10 atmosfer ve 1/3 atmosfer tansiyonda tuttuıkları nem değerlerinin tayininde bozulmamış toprak örnekleri kullanılmıştır. Toprakların diğer özellikleri bozulmuş örneklerde tayin edilmiştir.

Bozulmamış toprak örnekleri, 100 cm³ hacminde, ucu çelikleştirilmiş keskin metal silindirlerin kat derinliklerinin ortasına çakma başlığı yardımıyla çakılması suretiyle alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinin alınması sırasında örnek alma silindirleri çakma başlığı ile tokmakla çakılırken toprağın tabii yapısının bozulmamasına dikkat edilmiştir. Örnekler alındıktan sonra silindirlerin alt ve üst yüzeyleri düzeltilerek plastik kapak ile kapatılmıştır. Örneklerin alınışı Şekil 3.4'te görülmektedir.

Tarla sulama randımanı hesabında kullanmak için sulamadan önce topraktaki nem miktarının bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu maksatla toprak örnekleri, Şekil 3.5'te görülen küçük çaplı toprak burgusu vasıtasıyla alınmıştır. Sözkonusu burgunun kesiti Şekil 3.6'da verilmiştir. Bu burgu istenen derinliğe tokmakla çakılmakta ve bir tur döndürüldükten sonra çekilmektedir. Bu suretle profil boyunca topraklar birbirine karışmamaktadır ve toprak örnekleri, profil özellikleri bozulmadan alınmış olmaktadır.

3.2.2 Su Örneklerinin Alınması

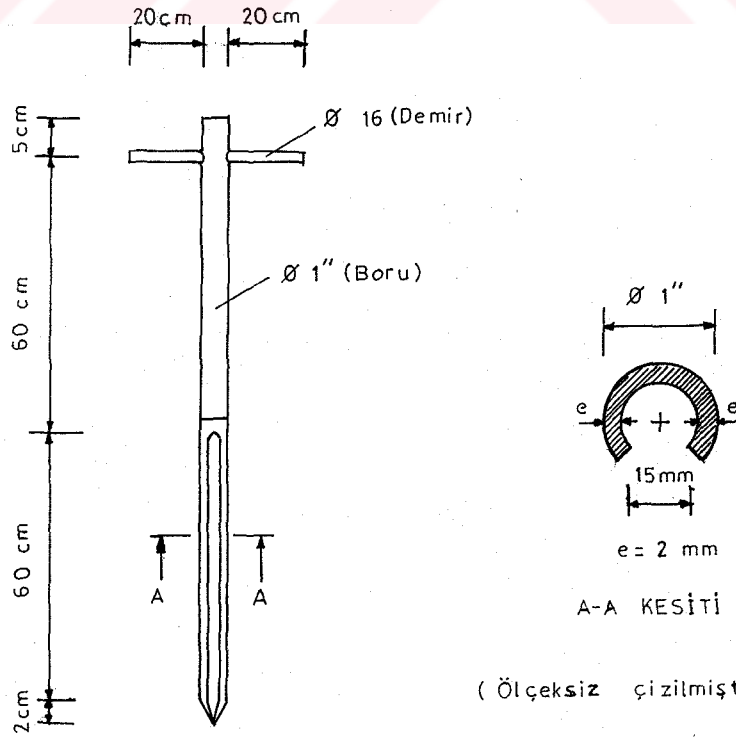
Suların sulama yönünden özelliklerini tesbit etmek amacıyla araştırma sahasını temsilen sulamada kullanılan 12 kuyudan su örnekleri şişelere alınarak tahlilleri yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Şekil 3.3'te su örneklerinin alındığı yerler görülmektedir.



Şekil 3.4 Profillerden bozulmamış toprak örneklerinin alınışından bir görünüm.



Şekil 3.5 Küçük çaplı burgu ile toprak örnekleri alınışından bir görünüm.



Şekil 3.6 Toprak örneği almada kullanılan küçük çaplı burgunun kesiti.

3.2.3 Uygulanan Su Miktarının Ölçülmesi

Salma sulamada tarla başında arka yerleştirilen 1 ft'lik metal HS savağı vasıtasıyla savaktan geçen suyun yüksekliği ölçülmüş, bu yüksekliğe tekabül eden debi abaktan alınmıştır. Bu debinin tarlaya akış süresi göz önüne alınarak verilen toplam su miktarı m^3 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.7'de HS savağı ile su miktarının ölçülmesi görülmektedir.

Yağmurlama sulamada ise uygulanan su miktarı, lateral borular üzerine monte edilen su sayacı yardımıyla doğrudan m^3 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.8)

3.2.4 Bitki Kök Derinliğinin Tesbiti

Patates bitkisinin etkili kök derinliğinin tesbiti Temmuz ayının sonlarında (çiçeklenme devresinde) tarlada bitkinin kök bölgesi açılmak suretiyle yapılmıştır (Şekil 3.9).

3.2.5 Infiltrasyon Testleri ve Infiltrasyon Denklemleri

Infiltrasyon hızlarının tayini maksadıyla yapılan testlerde sabit seviyeli çift silindirli infiltrometreler kullanılmıştır (Şekil 3.10). İç içe çakılan silindirler belirli bir seviyeye kadar su ile doldurulmuş ve bu seviye bir şamandra ve su tankı vasıtasıyla ölçüm sonuna kadar sabit tutulmuştur. Ölçümler, tanktaki suyun seviye azalmasını takip etmek suretiyle yapılmış ve her ölçümde zaman kaydedilmiştir. Seviye azalması ve zaman ilişkisinden infiltrasyon hızları



Şekil 3.7 Salma sulamada debi ölçülmesinde kullanılan metal HS savagının görünümü.





Şekil 3.8 Yağmurlama sulamada debi ölçülmesinde kullanılan su sayacının görünümü.



Şekil 3.9 Araştırma sahasında patatesin etkili kök derinliği-
nin tesbit edilmesi için açılan profillerden görünüm.

cm/saat olarak hesaplanmıştır. İnfiltrasyon hızı-zaman ilişkisinden infiltrasyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 4.6-4.9). Suyun toprak içine doğru olan hareketini açıklamada, infiltrasyonu daha iyi tanımlayabilen amprik denklemlerin geliştirilmesi önemlidir. Bu amaçla geliştirilmiş olan denklemlerden $D=K.t^n$ şeklindeki eşitliğin kısa devreli infiltrasyonlar için uygun olarak kullanılabileceği tespit edilmiş olup pratikte en fazla kullanılan bir denklemdir. Denklemden;

D: İnfiltrate olan su derinliği (cm),

t: Zaman (dakika),

n ve K: Katsayı'dır.

Toplam infiltrate olan su derinliğini veren denklemin zamana bölünmesiyle toprağın ortalama infiltrasyon hızı elde edilir.

$$I_{ort} = \frac{D}{t} = \frac{K.t^n}{t} = K.t^{n-1}$$

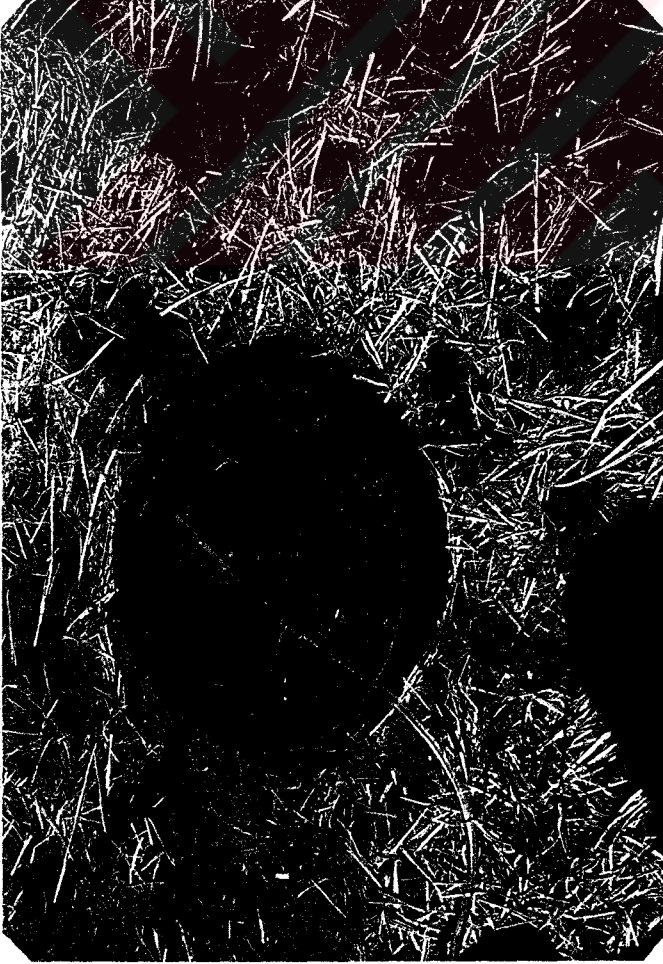
Bu denklemden bulunan değer cm/dak'dır. Bu değer cm/saat olarak ifade edilmek istenirse 60 ile çarpmak gerekir. O zaman eşitlik;

$I_{ort} = 60 K.t^{n-1}$ şeklini alır. Burada I_{ort} , cm/saat olarak ortalama infiltrasyon hızıdır.

İnfiltrasyon hızı ise toplam infiltrate olan su derinliğini veren denklemin zamana göre türevi alınarak hesaplanabilir.

$$I = \frac{\Delta D}{\Delta t} = n.K.t^{n-1} \quad (\text{cm/dak})$$

Bu değeri de cm/saat olarak ifade edebilmek için 60 ile çarpmak gerekir. O zaman eşitlik;



Şekil 3.10 Çift silindirli infiltrometre-
nin infiltrasyon testi esna-
sındaki görünümü.

$I = 60 K \cdot t^{n-1}$ şeklini alır. Burada I , cm/saat olarak infiltrasyon hızıdır.

Toplam infiltre olan su derinliğini veren denklem bulunduktan sonra ortalama infiltrasyon hızını veren denklem ile infiltrasyon hız denklemi hesaplanır.

Infiltrasyon testinde toplam geçen zaman logaritmik kağıdın X ekseninde ve bu zamanlara tekabül eden toplam infiltre olan su derinliği de logaritmik kağıdın Y ekseninde işaretlenmek suretiyle toplam infiltre olan su derinliğini veren eğri çizilebilir. Söz konusu eğri logaritmik kağıtta doğru şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu doğrunun Y eksenini kesim noktası $D = K \cdot t^n$ eşitliğindeki K değerini, doğrunun eğimi ise denklemdeki n değerini verir. Söz konusu denklem logaritmik kağıt kullanmadan hesap yoluyla da bulunabilir. $D = K \cdot t^n$ denklemiindeki doğrunun eğimi;

$$n = \frac{\log Y_2 - \log Y_1}{\log X_2 - \log X_1}$$

eşitliğinden bulunabilir. Burada Y_2 ve Y_1 infiltre olan su derinliğinin son ve ilk değerini, X_2 ve X_1 ise bu su derinlikleri için geçen zamanları göstermektedir. K değeri ise, $K = D/t^n$ eşitliğinde D , t ve n değerleri belli olduğuna göre hesaplanabilir (Ertugrul ve Apan, 1979).

Araştırma sahasında yapılan infiltrasyon testleri için infiltrasyon denklemleri logaritmik kağıt kullanmadan hesap yoluyla bulunmuştur.

3.2.6 Topraklarda Farklı Tutulma Kuvvetlerindeki Nem Değerlerinin Tayini

Toprakların farklı basınç kuvvetlerindeki su tutma kapasitelerini ve faydalı su kapasitelerini tesbit etmek amacıyla, bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri muameleye tabi tutulmuştur.

Bozulmuş toprak örneklerinde 60 cm, 100 cm, 1/3 atm, 1 atm kuvvetle tutulan nem miktarları poroz levhalı basınç aletinde; 2 atm ve 15 atm kuvvetle tutulan nem miktarları ise basınçlı membran aletinde tayin edilmiştir (USDA, 1954).

Bozulmamış toprak örneklerinde ise 1/10 atm ve 1/3 atm kuvvetle tutulan su miktarları poroz levhalı basınç aletinde tespit edilmiştir.

Topraklarda farklı basınç kuvvetlerinde tutulan nem miktarları ve bunlara bağlı olarak hesaplanan bazı karakteristik değerler Tablo 4.4-4.6'da verilmiştir.

3.2.7 pF Eğrilerinin Elde Edilmesi

Su, toprak tarafından büyük bir kuvvetle tutulmaktadır. Buna suyun tutulma enerjisi denir. Uygulamada tutma enerjisine "Toprak Tansiyonu" denilmektedir. Toprak tansiyonu atmosfer veya cm su yüksekliği olarak birimlendirilebilir. Suyun tutulma enerjisi büyük sınırlar arasında değiştiğinden, ifade kolaylığı bakımından logaritmik olarak ifade edilir ve buna pF denir. Toprak tansiyonu denilince pF değerleri akla gelir.

pF, suyun toprak tarafından tutulma kuvvetinin cm su

sütunu (cm SS) karşılığının logaritmik ifadesidir.

$$pF = \log \text{ cm SS}$$

Apsiste hacim yüzdesi olarak toprak su oranı, ordinatta pF değerleri gösterilmek suretiyle pF eğrileri elde edilir. Bu şekilde elde edilen pF eğrileri Şekil 4.1-4.5'de görülmektedir.

3.2.8 Kimyasal Analiz Metodları

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak reaksiyonu, saturasyon ekstraktında cam elektrotlu pH metre kullanılarak tayin edilmiştir (Sağlam, 1978).

Elektrikî İletkenlik: Elektrikî iletkenlik aleti kullanılarak saturasyon ekstraktında tayin edilmiştir (USDA, 1954).

Kireç (CaCO_3): Kireç miktarı, Scheibler kalsimetresi ile volümetrik metodla tayin edilmiştir (Sağlam, 1978).

Organik Madde: Organik madde miktarı, Smith-Weldon metoduna göre tayin edilmiştir (Sağlam, 1978).

Sulama Sularında İyon Tayinleri: Su analizlerinde (Kalsiyum+Magnezyum) ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) versanat metoduyla; sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) alev fotometresi kullanılarak; karbonat (CO_3^{--}) ve bikarbonat (HCO_3^-) sülfürik asitle titrasyon yoluyla; klor (Cl^-) gümüş nitratla titrasyon suretiyle tayin edilmiştir. Sülfat (SO_4^{--}) iyonu ise katyon ve anyonların toplamlarından hareketle hesap yoluyla bulunmuştur (Ayyıldız, 1983).

Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR): Sodyum adsorbsiyon oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Ayyıldız, 1983):

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

Sulama Suyu Sınıflaması: Sulama sularının SAR değerleri ve elektriksel iletkenlikleri dikkate alınarak sınıflandırma yapılmıştır (Ayyıldız, 1983).

Çözünebilir Sodyum Yüzdesi (SSP): Çözünebilir sodyum yüzdesi aşağıdaki formülle bulunmuştur (Ayyıldız, 1983).

$$\% Na = \frac{Na^+}{Na^+ + K^+ + (Ca^{++} + Mg^{++})} \cdot 100$$

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC): Kalıcı sodyum karbonat aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Ayyıldız, 1983).

$$RSC = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

3.2.9 Fiziksel Analiz Metodları

Tekstür Tayini: Tekstür tayini Bouyoucos'un hidrometre metoduyla yapılmıştır (Demiralay, 1981). Tekstür sınıfları tekstür üçgeninden bulunmuştur (USDA, 1951).

Kaba Materyal: 2 mm'lik elek üzerinde kalan materyal kaba materyal olarak kabul edilmiştir. Üzerinde bulunan toprak zerreciklerini uzaklaştırmak için kaba materyal yıkamaya tabi tutulmuştur. Yıkandıktan sonra kurutulan kaba materyal ağırlığının toplam ağırlığa oranlanmasıyla kaba materyal miktarı yüzde olarak bulunmuştur.

Özgül Ağırlık: Piknometre metodu kullanılarak tayin

edilmiştir (Jacobs ve Reed, 1965).

Hacim Ağırlığı: Hacmi 100 cm^3 olan bozulmamış toprak örneği alma silindirleri kullanılmak suretiyle tayin edilmiştir.

Porozite: Toprak örneklerinin özgül ağırlık ve hacim ağırlığı değerlerinden hesap yoluyla bulunmuştur.

Hava Kuru Nem: Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri fırında 105°C 'de 24 saat bırakılmak suretiyle kurutulmuş ve kuru ağırlık esasına göre nem yüzdesi hesaplanmıştır.

Hidrolik İletkenlik (Kondaktivite): Bozulmuş toprak örneklerinde sabit su seviyesi metodu ile tayin edilmiş (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954) ve suyun viskozitesi dikkate alınarak Munsuz'un (1982) belirttiği şekilde 20°C 'ye göre ayarlanmıştır.

Saturasyon Yüzdesi: Toprağı sature hale getirmek için sarfedilen su hacmine, kuru ağırlık esasına göre ihtiva ettiği nemin ilave edilmesi ile bulunmuştur (USDA, 1954).

3.2.10 Topraklarda Gözeneklerin Büyüklüklerine Göre Dağılışı

Gözenek büyüklüğü ve suyun tutulma enerjisi, başka bir deyişle toprak tansiyonu arasındaki ilişkiden faydalanılarak topraklarda gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı ifade edilmiştir.

pF değerleri 2,54 ile 0 arasındaki nem yüzdesi farkı büyük (kaba) gözeneklerin; 4,20 ile 2,54 arasındaki nem yüzdesi farkı orta gözeneklerin; 7,00 ile 4,20 arasındaki nem

yüzdesi farkı ise küçük gözeneklerin yüzdesini vermektedir (Balıcı, 1968).

3.2.11 Nem Tayini

Topraklarda nem, sıcaklığı 105°C'ye çıkabilen bir fırın ve terazi kullanmak suretiyle gravimetrik metodla tesbit edilmiştir. Nem tayini maksadıyla topraklar yaş olarak tartıldıktan sonra 24 saat 105°C sıcaklıkta fırında kurutulmuş ve tekrar tartılmıştır.

3.2.12 Faydalı Su Miktarının Hesaplanması

Tarla kapasitesi ile solma noktası nem yüzdeleri farkı söz konusu toprak için faydalı su miktarını vermektedir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinden faydalanarak değişik kök derinlikleri için faydalı su miktarları hacim yüzdesi ve su derinliği (mm) olarak ifade edilmiştir.

3.2.13 Nem Açığının Hesaplanması

Sulama yönünden toprakta nem açığı, onu mevcut durumundan tarla kapasitesine getirmek için gerekli olan su miktarıdır. Tarla sulama randımanının hesaplanması için toprakta ki nem açığının bilinmesine gerek vardır. Nem tayini yapmak üzere küçük çaplı toprak burgusu ile sulamadan hemen önce alınan toprak örneği, alüminyum kaplarla laboratuvara getiri-

lerek yukarda izah edildiği Şekilde nem tayini yapılmıştır.

Tarla kapasitesi değerinden mevcut nem miktarı çıkartılarak sulama yönünden toprağın nem açığı hesaplanmıştır. Hesap pratikliğinin sağlanması için nem açığı su derinliği (mm) olarak ifade edilmiştir.

3.2.14 Tarla Sulama Randımanının Hesaplanması

Tarla sulama randımanı (su uygulama randımanı), bitki kök bölgesinde depolanan suyun tarlaya verilen suya oranını ifade eder. Bitkiler, kök bölgesinde tutulan bu sudan faydalanabilirler.

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \cdot 100$$

Formülde;

E_a : Tarla sulama radımanı (%),

W_s : Bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı,

W_f : Tarlaya verilen su miktarıdır.

Yukarıdaki tariften hareketle sulama uygulamalarında tarla sulama randımanını bulmak için, kök bölgesindeki nem açığı tarlaya verilen su miktarına oranlanarak hesap yapılmıştır.

3.2.15 Aktüel Evapotranspirasyon

Araştırma sahasında sulamanın arkasından 26-28 Ağustos 1988 günleri içinde yaklaşık 24 saat aralıklarla kök bölgesinin 0-10, 10-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınarak bu süredeki nem azalması tesbit edilmiştir. Elde edilen değerlerden aktüel evapotranspirasyon hesaplanmış olup sonuçlar 40,50 ve 60 cm kök derinlikleri için Tablo 4.9'da verilmiştir.

3.2.16 İstatistikî Analiz Metodları

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası topraklarının bazı fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konması amacıyla bilgisayardan faydalanarak regresyon ve korelasyon analizi yapılmış; bulunan korelasyon katsayıları ve buna ait "t" testi ile aralarındaki ilişkilerin derecesi tespit edilmiştir (Düzgüneş ve ark. 1983,1987).

İstatistikî analizlerde özellikle tekstür ile toprakların karakteristik nem sabiteleri arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır.

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

4.1 Araştırma Sahası Topraklarının Kimyasal Özellikleri

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası topraklarının bazı kimyasal özellikleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprak kalevi reaksiyondadır. pH değerleri saturasyon ekstraktında 7,67 ile 8,46 arasında değişmektedir. Elektrikî iletkenlik (25°C'de) saturasyon ekstraktında 362 ile 2285 micromhos/cm arasında değişmektedir. Söz konusu toprak örneklerinde kireç miktarı % 0,1 ile % 16,9 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı ise % 0,07 ile % 1,39 arasındadır.

4.2 Araştırma Sahası Topraklarının Fiziksel Özellikleri

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası toprak örneklerinin bazı fiziksel özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Profillerin, farklı kat derinliklerinden alınan toprak örneklerinde kum % 41,6 ile % 96,8 arasında; kil % 2,0 ile % 40,2, arasında; silt ise % 1,2 ile % 32,0 arasında değişmektedir. Tekstür sınıfı genellikle kumlu tın (SL)'dir. Söz konusu topraklarda kaba materyal miktarı ağırlık olarak %2,0 ile % 37,7 arasında değişmekte olup ortalama % 12,3'tür. Özgül ağırlık 2,40 ile 2,82 g/cm³ arasında değişmekte olup ortalama 2,66 g/cm³'tür. Toprakların hacim ağırlığı 1,02 ile 1,79 g/cm³ arasında değişmekte olup ortalama 1,34 g/cm³'tür. Porozite % 35,6 ile % 62,1 arasında değişmekte olup ortalama

Tablo 4.1 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Saturasyon Ekstraktında		Kireç (%)	Organik Madde (%)
		pH	ECx10 ⁶ (25°C'de) (micromhos/cm)		
1	0-20	7,67	853	0,2	1,33
	20-40	8,12	938	0,3	1,02
	40-60	8,05	1243	0,7	0,57
	60-80	-	-	1,9	0,61
	80-100	-	-	7,8	0,50
	100-120	-	-	16,9	0,37
2	0-20	7,92	805	0,3	0,84
	20-40	8,10	962	0,3	0,74
	40-60	7,85	1119	0,9	0,41
	60-80	-	-	1,5	0,33
	80-100	-	-	1,2	0,26
	100-120	-	-	0,9	0,39
3	0-20	8,07	798	0,4	1,39
	20-40	8,19	1097	0,4	0,77
	40-60	7,90	1042	0,4	0,81
	60-80	-	-	0,4	0,69
	80-100	-	-	0,3	0,44
	100-120	-	-	0,3	0,07
4	0-20	7,83	755	0,2	1,22
	20-40	7,92	802	0,3	0,89
	40-60	8,21	948	0,5	0,62
	60-90	7,90	944	3,8	0,70
	90-115	7,80	718	5,7	0,68
	115-150	7,89	712	0,5	0,17
5	0-20	7,98	866	0,1	1,15
	20-40	8,40	1027	0,3	0,97
	40-60	8,10	686	0,4	0,79
	60-80	8,28	657	0,3	0,81
	80-100	8,46	724	0,2	0,67
	100-120	8,28	977	0,2	0,55

Tablo 4.1 'in Devamı

Profil No	Kat Derinligi (cm)	Saturasyon Ekstraktında		Kireç (%)	Organik Madde (%)
		pH	ECx10 ⁶ (25°C'de) (micromhos/cm)		
6	0-20	8,31	759	0,1	1,40
	20-40	8,36	865	0,2	1,00
	40-60	7,82	985	0,3	0,83
	60-80	7,79	1336	0,2	0,70
	80-105	8,05	2285	0,2	0,58
	105-125	7,99	2209	0,2	0,44
7	0-20	8,14	391	0,2	1,35
	20-40	8,16	590	0,3	1,11
	40-60	8,04	1226	0,5	0,91
	60-80	-	-	0,4	0,55
	80-100	-	-	0,5	0,48
	100-120	-	-	3,0	0,48
8	0-20	8,15	694	0,2	1,11
	20-40	8,25	680	0,3	1,04
	40-60	8,19	536	0,5	0,65
	60-80	-	-	1,6	0,44
	80-100	-	-	2,0	0,35
	100-120	-	-	1,3	0,32
9	0-20	8,10	587	0,1	1,34
	20-40	8,06	507	0,2	1,26
	40-70	7,99	497	0,3	0,66
	70-90	8,07	761	18,9	0,58
	90-110	-	-	20,1	0,20
	110-130	-	-	10,7	0,29
10	0-20	7,86	682	0,1	0,55
	20-40	8,01	494	0,1	0,60
	40-60	7,98	913	0,1	0,28
	60-120	7,75	362	0,2	0,10
11	0-30	8,16	602	0,1	0,82
	30-60	8,22	552	0,1	0,36
	60-90	8,34	462	0,1	0,17
	90-120	8,17	372	3,7	0,19

Tablo 4.1'in Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Saturasyon Ekstraktında		Kireç (%)	Organik Madde (%)
		pH	ECx10 ⁶ (25°C'de) (micromhos/cm)		
12	0-30	8,36	510	1,0	0,68
	30-60	8,18	599	6,5	0,39
	60-90	8,21	387	6,8	0,21
	90-120	8,20	521	5,8	0,33
13	0-30	-	-	0,1	0,65
	30-60	8,10	616	0,2	0,41
	60-90	8,18	692	2,5	0,30
	90-120	8,16	628	5,6	0,20
14	0-30	8,25	663	0,2	1,03
	30-60	8,19	1349	0,3	0,59
	60-90	8,18	1623	0,3	0,38
	90-120	7,98	1500	0,4	0,29
15	0-30	8,15	402	0,2	0,61
	30-60	8,21	517	0,3	0,36
	60-90	8,53	494	1,0	0,30
	90-120	8,50	506	2,3	0,36
16	0-30	8,05	1053	0,3	0,91
	30-60	7,76	1752	0,3	0,39
	60-90	8,20	613	0,8	0,16
	90-120	8,16	738	0,9	0,15
17	0-30	8,51	767	0,4	1,17
	30-60	8,28	1022	0,4	0,74
	60-90	8,30	772	1,3	0,35
18	0-30	8,51	755	0,4	0,25
	30-60	8,23	508	7,7	0,21
	60-90	8,20	572	0,4	0,10
19	0-30	7,72	1018	0,2	0,51
	30-60	8,29	1563	0,3	0,34
	60-90	8,07	1187	0,4	0,10
20	0-30	8,12	2442	0,2	0,81
	30-60	8,01	1186	2,7	0,49
	60-90	8,11	1080	14,1	0,39

Tablo 4.2 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri

Profil No	Kat Derinliği (cm)	T e k s t ü r				Kaba Materyal (%)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Porozi-te (%)	Hava Kurusu Nem (%)	Hidrolik İletkenlik (20°C'de) (cm/saat)	Saturasyon Yüzdesi
		% Kum	% Kil	% Silt	Tekstür Sınıfı							
1	0-20	71,0	14,6	14,4	SL	5,6	2,68	1,19	55,6	3,14	7,84	32
	20-40	64,6	15,7	19,7	SL	7,8	2,62	1,16	55,7	3,60	4,75	40
	40-60	69,0	13,5	17,5	SL	9,3	2,69	1,34	50,2	3,55	10,80	38
	60-80	58,0	17,9	24,1	SL	7,4	2,67	1,34	49,8	4,48	3,01	40
	80-100	67,8	13,6	18,6	SL	12,3	2,64	1,42	46,2	3,79	2,98	37
100-120	78,7	9,4	11,9	LS	26,9	2,69	1,40	48,0	3,99	10,97	36	
2	0-20	74,7	13,5	11,8	SL	13,1	2,67	1,26	52,8	2,91	10,66	34
	20-40	74,7	13,5	11,8	SL	13,0	2,66	1,35	49,2	2,94	7,53	32
	40-60	70,5	10,4	19,1	SL	7,8	2,69	1,27	52,8	3,41	7,95	37
	60-80	66,2	10,4	23,4	SL	9,9	2,67	1,45	45,7	3,82	9,03	39
	80-100	61,6	9,5	28,9	SL	10,8	2,72	1,31	51,8	4,90	7,76	46
100-120	63,6	10,6	25,8	SL	13,4	2,76	1,22	55,8	5,33	12,62	45	
3	0-20	41,6	33,9	24,5	CL	11,8	2,69	1,02	62,1	6,95	7,33	59
	20-40	42,9	25,1	32,0	L	10,6	2,73	1,43	47,6	7,95	6,13	67
	40-60	48,1	29,6	22,3	SCL	12,5	2,77	1,39	49,8	7,68	3,24	72
	60-80	64,4	16,0	19,6	SL	42,9	2,78	1,79	35,6	6,19	6,59	54
	80-100	74,3	11,6	14,1	SL	33,5	2,78	1,56	43,9	6,18	7,87	45
100-120	74,4	11,5	14,1	SL	22,7	2,81	1,53	45,6	4,77	11,35	42	
4	0-20	67,1	15,9	17,0	SL	8,9	2,64	1,42	46,2	3,97	3,82	34
	20-40	67,1	15,9	17,0	SL	9,9	2,62	1,42	45,8	4,28	4,17	32
	40-60	63,6	22,5	13,9	SCL	8,3	2,57	1,34	47,9	5,21	6,72	43
	60-90	49,4	26,4	24,2	SCL	3,4	2,68	1,16	56,7	6,75	4,23	45
	90-115	50,2	21,7	28,1	SCL	2,7	2,69	1,17	56,5	7,18	2,56	48
115-150	88,6	5,8	5,6	S	36,6	2,82	1,33	52,8	2,78	13,52	29	
5	0-20	60,8	22,9	16,3	SCL	4,1	2,62	1,27	51,5	3,87	7,70	40
	20-40	63,0	20,7	16,3	SCL	4,5	2,65	1,46	44,9	4,24	4,55	41
	40-60	65,5	16,3	18,2	SL	7,8	2,63	1,26	52,1	3,92	7,99	40
	60-80	67,3	18,6	14,1	SL	12,6	2,65	1,37	48,3	4,30	8,49	43
	80-100	53,8	23,2	23,0	SCL	7,9	2,62	1,27	51,5	6,24	7,12	55
100-120	53,9	14,6	31,5	SL	5,5	2,65	1,29	51,3	6,10	8,18	51	
6	0-20	71,6	17,0	11,4	SL	5,9	2,64	1,24	53,0	3,11	8,53	39
	20-40	65,8	20,1	14,1	SCL	4,2	2,55	1,39	45,5	4,22	8,40	41
	40-60	56,0	26,0	18,0	SCL	6,4	2,64	1,36	48,5	5,50	16,98	50
	60-80	57,9	24,0	18,1	SCL	8,6	2,69	1,42	47,2	6,20	14,81	53
	80-105	51,0	23,0	26,4	SCL	11,7	2,69	1,29	52,0	7,63	8,67	61
105-125	49,4	23,0	27,6	SCL	7,6	2,73	1,26	53,8	6,96	6,45	58	

Tablo 4.2 'nin Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	T e k s t ü r				Kaba Materyal (%)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Porozite (%)	Hava Kuru Nem (%)	Hidrolik İletkenlik (20°C'de) (cm/saat)	Saturasyon Yüzdesi
		% Kum	% Kil	% Silt	Tekstür Sınıfı							
7	0-20	66,6	18,6	14,8	SL	5,7	2,62	1,42	49,8	3,63	2,63	41
	20-40	53,2	23,2	23,6	SCL	3,7	2,66	1,21	54,5	5,14	4,27	51
	40-60	54,6	16,6	28,8	SL	5,9	2,64	1,26	52,3	5,19	6,96	51
	60-80	61,0	27,3	11,7	SCL	9,4	2,69	1,40	48,0	5,31	5,75	41
	80-100	60,5	25,5	14,0	SCL	13,5	2,68	1,45	45,9	5,89	10,13	50
	100-120	63,9	14,6	21,5	SL	12,8	2,77	1,33	52,0	5,87	12,11	46
8	0-20	70,9	17,5	11,6	SL	6,4	2,63	1,33	49,4	3,39	5,95	36
	20-40	70,7	17,6	11,7	SL	6,8	2,66	1,42	46,6	4,09	6,14	44
	40-60	69,5	20,9	9,6	SCL	9,6	2,67	1,37	48,7	4,84	8,15	39
	60-80	70,7	18,7	10,6	SL	10,5	2,65	1,28	51,7	4,36	6,45	37
	80-100	70,8	16,5	12,7	SL	8,4	2,68	1,43	46,6	4,17	4,18	35
	100-130	59,2	23,4	17,4	SCL	9,7	2,69	1,28	52,4	6,11	6,78	42
9	0-20	62,6	22,7	14,7	SCL	6,8	2,58	1,31	49,2	3,60	4,08	42
	20-40	53,5	29,4	17,1	SCL	6,7	2,63	1,16	55,9	4,87	7,60	47
	40-70	37,4	40,2	22,4	L	3,6	2,66	1,13	57,5	7,30	4,28	61
	70-90	45,9	32,7	21,4	SCL	17,3	2,69	1,22	54,6	7,01	6,05	48
	90-110	87,7	7,7	4,7	S	28,9	2,74	1,35	50,7	5,40	16,95	42
	110-130	88,5	3,8	7,7	S	16,4	2,72	1,19	56,3	5,02	6,43	38
10	0-30	87,8	8,1	4,1	S	12,2	2,59	1,27	51,0	1,36	15,29	34
	30-60	83,6	9,2	7,2	SL	8,6	2,55	1,46	42,7	1,36	11,33	34
	60-90	84,7	8,2	7,1	SL	10,4	2,50	1,28	48,8	1,62	11,94	36
	90-120	84,8	2,3	12,9	SL	12,9	2,40	1,03	57,1	0,60	10,01	49
11	0-30	79,5	12,3	8,2	SL	32,7	2,68	1,44	46,3	1,57	6,03	29
	30-60	85,6	8,2	6,2	LS	32,9	2,77	1,43	48,4	2,16	11,59	31
	60-90	89,8	8,4	1,8	S	34,7	2,73	1,48	45,8	1,75	16,88	25
	90-120	90,3	5,9	3,8	S	41,5	2,74	1,62	40,9	1,69	16,01	25
12	0-30	88,6	7,3	4,1	S	8,0	2,67		51,7	1,31	9,46	24
	30-60	76,1	13,6	10,3	SL	9,9	2,65		51,3	2,31	6,20	28
	60-90	82,4	8,4	9,2	LS	9,1	2,63	1,29	51,0	2,47	4,90	28
	90-120	86,5	3,2	10,3	S	9,3	2,65		51,3	2,55	1,48	28
13	0-30	69,1	9,4	21,5	SL	3,0	2,63		52,1	1,75	2,94	35
	30-60	61,5	16,3	22,2	SL	6,0	2,61		51,7	2,42	0,99	28
	60-90	69,6	12,3	18,1	SL	9,4	2,65	1,26	52,5	2,20	1,69	27
	90-120	75,3	10,4	14,3	SL	16,9	2,64		52,3	1,66	2,22	26
14	0-30	85,7	8,8	5,5	LS	34,2	2,57	1,46	43,2	1,33	-	25
	30-60	85,7	8,8	5,5	LS	37,7	2,60	1,37	47,3	1,79	-	29
	60-90	94,7	2,9	2,4	S	37,5	2,60	1,34	48,5	1,32	11,69	27
	90-120	96,8	2,0	1,2	S	36,7	2,66	1,50	43,6	1,05	-	25

Tablo 4.2 'nin Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	T e k s t ü r				Kaba Materyal (%)	Özgü Ağırlık (g/cm ³)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Porozite (%)	Hava Kurusu Nem (%)	Hidrolik İletkenlik (20°C'de) (cm/saat)	Saturasyon Yüzdesi
		% Kum	% Kil	% Silt	Tekstür Sınıfı							
15	0-30	80,4	9,0	10,6	LS	8,6	2,60		48,5	1,51	3,20	26
	30-60	89,7	6,9	3,4	LS	8,3	2,66	1,34	49,6	0,92	7,59	28
	60-90	91,7	6,3	2,0	S	10,0	2,64		49,2	0,95	9,10	22
	90-120	91,6	4,7	3,7	S	9,7	2,64		49,2	0,87	14,27	21
16	0-30	75,1	11,8	13,1	LS	5,4	2,42		52,5	1,96	4,59	35
	30-60	79,2	8,7	12,1	S	4,1	2,42	1,15	52,5	2,00	5,83	34
	60-90	83,4	6,6	10,0	S	6,0	2,40		52,1	1,44	5,32	34
	90-120	85,5	5,6	8,9	S	5,7	2,41		52,3	1,29	6,12	32
17	0-30	58,9	24,6	16,5	SCL	5,7	2,62		48,1	3,39	3,36	44
	30-60	51,4	28,9	19,7	SCL	2,0	2,63	1,36	48,3	4,31	3,49	49
	60-90	60,2	18,2	21,6	SL	3,1	2,65		48,7	3,75	1,45	50
18	0-30	87,5	7,1	5,4	S	9,3	2,67		50,9	1,27	6,83	27
	30-60	77,1	10,8	12,1	SL	7,2	2,67	1,31	50,9	2,30	3,62	34
	60-90	80,3	10,7	9,0	LS	3,0	2,70		51,5	1,75	6,60	30
19	0-30	83,4	10,3	6,3	LS	10,9	2,69		45,0	1,47	6,84	28
	30-60	78,2	12,9	8,9	SL	13,3	2,70	1,48	45,2	1,94	11,72	29
	60-90	82,2	8,8	9,0	LS	12,1	2,70		45,2	1,83	7,79	28
20	0-30	79,9	11,5	8,6	SL	7,1	2,73		46,9	2,56	4,00	31
	30-60	70,9	16,6	12,5	SL	2,1	2,71	1,45	46,5	5,68	3,61	45
	60-90	72,1	10,1	17,8	SL	4,1	2,70		46,3	5,37	3,75	49
ORTALAMA:		70,6	15,0	14,4	SL	12,3	2,66	1,34	49,8	3,73	7,32	39

%49,8'dir. Söz konusu toprakların hava kurusu nemi kuru ağırlık esasına göre % 0,60 ile % 7,95 arasında değişmektedir; ortalama % 3,73'tür. Hidrolik iletkenlik (20°C'de) 0,99 ile 16,98 cm/saat arasında değişmekte olup ortalama 7,83 cm/saat'tir. Araştırma sahası topraklarının saturasyon yüzdeleri % 21 ile % 72 arasında değişmekte olup ortalama % 39'dur.

Araştırma sahası topraklarının birçoğunda profillerin belli bir derinliğinde sert tabaka vardır. Sert tabaka, yüzey toprağındaki ince materyalin yıkanarak daha derinde adeta çimento gibi fonksiyon göstererek kaba materyal ile kompakt bir yapı meydana getirmesiyle teşekkül etmektedir. Sert tabakaya, açılan profillerin 60 cm derinliğinde, genellikle de 100 cm derinliğinde rastlanmıştır. Bazı profillerde ise 120 cm'de sert tabakaya rastlanmamıştır.

4.3 Sulama Sularının Kimyasal Özellikleri

Araştırma sahası arazilerinde kullanılan sulama sularının kimyasal özellikleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Sulama sularının pH değerleri 7,71 ile 8,39 arasında **elektrikî** iletkenlikleri (25°C'de) 291 ile 849 micromhos/cm arasında; bikarbonat (HCO_3^-) 1,34 ile 4,54 me/l arasında; klor (Cl^-) 0,60 ile 2,40 me/l arasında; sülfat ($\text{SO}_4^{=}$) 0,38 ile 2,02 me/l arasında değişmekte olup karbonata ($\text{CO}_3^{=}$) rastlanmamıştır. Sodyum (Na^+) 0,65 ile 2,26 me/l arasında; potasyum (K^+) 0,13 ile 0,31 me/l arasında; (kalsiyum + magnezyum) iyonları ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) 1,86 ile 5,90 me/l arasında değişmektedir. Bor miktarları 0,10 ile 0,95 ppm arasındadır. Sodyum adsorb-

Tablo 4.3 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Arazilerinde Kullanılan Sulama Sularının Kimyasal Özellikleri

Örnek No	pH	ECx10 ⁶ (25°C'de) (µmhos/cm)	Anyonlar (me/l)			Kasyonlar (me/l)			Bor (ppm)	SAR	SSP	RSC (me/l)	Sulama Suyu Sınıfı
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Na ⁺	K ⁺					
1	7,89	849	-	3,82	0,80	2,02	1,48	0,26	4,90	0,95	22,29	-	T ₃ A ₁
2	7,75	568	-	4,10	1,20	1,38	1,00	0,18	5,90	0,20	14,12	-	T ₂ A ₁
3	7,71	520	-	2,72	2,20	1,32	1,04	0,21	4,99	-	16,67	-	T ₂ A ₁
4	7,88	831	-	3,61	2,20	-	2,26	0,21	3,40	0,80	38,50	0,21	T ₃ A ₁
5	7,93	814	-	4,50	1,40	1,30	1,66	0,28	5,26	0,05	23,06	-	T ₃ A ₁
6	7,76	553	-	4,54	2,00	1,21	1,30	0,31	4,14	-	22,61	0,40	T ₂ A ₁
7	8,07	259	-	1,34	2,40	0,92	0,65	0,13	3,88	0,80	13,95	-	T ₂ A ₁
8	8,23	312	-	2,04	1,60	-	0,96	0,13	1,86	-	32,54	0,18	T ₂ A ₁
9	8,39	401	-	2,42	2,40	0,38	1,52	0,18	3,50	0,70	29,23	-	T ₂ A ₁
10	8,07	493	-	3,01	0,60	1,47	1,26	0,18	3,64	0,62	24,80	-	T ₂ A ₁
11	8,20	485	-	2,83	1,60	0,62	1,00	0,15	3,90	-	19,80	-	T ₂ A ₁
12	8,12	291	-	1,80	2,00	-	1,00	0,15	2,54	0,10	27,10	-	T ₂ A ₁

SAR : Sodyum Adsorbsiyon Oranı
 SSP : Çözünbilir Sodyum Yüzdesi
 RSC : Kalıcı Sodyum Karbonat

siyon oranı (SAR) 0,47 ile 1,73 arasındadır. Çözünebilir sodyum yüzdesi (SSP) 13,95 ile 38,50 arasındadır. Kalıcı sodyum karbonat (RSC) 0,18 ile 0,40 me/l arasında değişmektedir. Bu kimyasal özelliklere göre sulama suyu sınıfları T_2A_1 ve T_3A_1 'dir. Sulama suyu sınıfları genellikle T_2A_1 'dir; yani araştırma sahası arazilerinde kullanılan sulama suları tuzluluk yönünden 2. sınıf, alkalilik (sodyum zararı) yönünden 1. sınıftır.

4.4 Bitki Kök Bölgesi Derinliği

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası arazilerinde kök bölgesinin açılması suretiyle 1987 yılı Temmuz ayının sonlarında yapılan tesbitlerde, yetiştirilen patates bitkisinin etkili kök bölgesi derinliği ortalama 40 cm bulunmuştur (Şekil 3.9).

4.5 Farklı Tansiyonlarda Toprakta Tutulan Nem

Profillerin farklı kat derinliklerinden alınan toprak örneklerinde 60 cm (0,06 atm), 100 cm (1/10 atm), 1/3 atm, 1 atm, 2 atm ve 15 atm kuvvetle tutulan nem yüzdeleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

0,06 atm kuvvetle ($pF=1,78$) tutulan nem yüzdeleri ağırlık esasına göre % 7,96 (11 No'lu profilde) ile % 43,21 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre ise % 12,74 (14 No'lu profilde) ile % 60,06 (3 No'lu profilde) arasında değişmekte olup ortalama % 29,58'dir.

Tablo 4.4 Nigde-Misli Ovası Araştırma Sahası Toprak Örneklerinin Farklı Toprak Tansiyonlarda Tutuklukları Nem

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)																					
			0,06			1/10			1/3			1			2			15						
			%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim				
1	0-20	55,6	20,82	24,77	23,63	18,66	22,21	14,79	17,60	13,75	16,36	11,09	13,20	20,82	24,77	23,63	18,66	22,21	14,79	17,60	13,75	16,36	11,09	13,20
	20-40	55,7	25,75	29,87	29,00	23,59	27,36	17,07	19,80	15,73	18,25	13,29	15,42	25,75	29,87	29,00	23,59	27,36	17,07	19,80	15,73	18,25	13,29	15,42
	40-60	50,2	21,05	28,21	26,96	19,04	25,51	15,80	21,17	14,17	18,99	11,42	15,30	21,05	28,21	26,96	19,04	25,51	15,80	21,17	14,17	18,99	11,42	15,30
	60-80	49,8	27,40	36,71	33,32	23,43	31,39	21,22	28,44	19,04	25,52	15,26	20,45	27,40	36,71	33,32	23,43	31,39	21,22	28,44	19,04	25,52	15,26	20,45
	80-100	46,2	23,10	32,80	29,58	19,75	28,05	18,31	26,00	16,49	23,42	12,73	18,08	23,10	32,80	29,58	19,75	28,05	18,31	26,00	16,49	23,42	12,73	18,08
	100-120	48,0	18,13	25,38	23,07	16,36	22,90	14,35	20,09	13,02	18,23	10,36	14,50	18,13	25,38	23,07	16,36	22,90	14,35	20,09	13,02	18,23	10,36	14,50
	0-20	52,8	19,62	24,72	23,15	16,80	21,17	11,96	15,07	11,02	13,88	8,96	11,29	19,62	24,72	23,15	16,80	21,17	11,96	15,07	11,02	13,88	8,96	11,29
	20-40	49,2	18,53	25,01	24,15	16,52	22,30	12,46	16,82	11,56	15,60	9,24	12,47	18,53	25,01	24,15	16,52	22,30	12,46	16,82	11,56	15,60	9,24	12,47
	40-60	52,8	22,39	28,44	26,75	19,17	24,35	15,46	19,64	13,56	17,22	10,29	13,07	22,39	28,44	26,75	19,17	24,35	15,46	19,64	13,56	17,22	10,29	13,07
	60-80	45,7	23,76	34,45	32,84	20,52	29,75	17,37	25,18	14,73	21,36	11,31	16,40	23,76	34,45	32,84	20,52	29,75	17,37	25,18	14,73	21,36	11,31	16,40
80-100	51,8	26,82	35,14	33,27	22,15	29,02	19,94	26,12	17,44	22,84	13,53	17,72	26,82	35,14	33,27	22,15	29,02	19,94	26,12	17,44	22,84	13,53	17,72	
100-120	55,8	24,16	29,48	31,02	22,00	26,84	18,75	22,87	16,69	20,36	13,43	16,38	24,16	29,48	31,02	22,00	26,84	18,75	22,87	16,69	20,36	13,43	16,38	
3	0-20	62,1	35,11	35,81	33,22	30,28	30,89	24,76	25,26	23,56	24,03	18,97	19,35	35,11	35,81	33,22	30,28	30,89	24,76	25,26	23,56	24,03	18,97	19,35
	20-40	47,6	37,93	54,24	51,67	33,81	48,35	28,33	40,51	26,97	38,57	22,48	32,15	37,93	54,24	51,67	33,81	48,35	28,33	40,51	26,97	38,57	22,48	32,15
	40-60	49,8	43,21	60,06	52,53	35,47	49,31	29,62	41,17	28,82	40,06	23,03	32,01	43,21	60,06	52,53	35,47	49,31	29,62	41,17	28,82	40,06	23,03	32,01
	60-80	35,6	18,27	32,71	26,60	14,02	25,10	13,60	24,35	12,09	21,64	10,18	18,22	18,27	32,71	26,60	14,02	25,10	13,60	24,35	12,09	21,64	10,18	18,22
	80-100	43,9	18,30	28,55	26,01	15,56	24,28	13,35	20,83	11,89	18,55	9,82	15,32	18,30	28,55	26,01	15,56	24,28	13,35	20,83	11,89	18,55	9,82	15,32
100-120	45,6	20,10	30,75	25,75	15,62	23,90	14,94	22,86	12,85	19,66	10,47	16,02	20,10	30,75	25,75	15,62	23,90	14,94	22,86	12,85	19,66	10,47	16,02	
4	0-20	46,2	20,59	29,24	26,23	17,46	24,79	14,24	20,22	13,01	18,47	10,03	14,24	20,59	29,24	26,23	17,46	24,79	14,24	20,22	13,01	18,47	10,03	14,24
	20-40	45,8	21,39	30,37	25,33	16,94	24,05	14,73	20,91	13,17	18,70	10,12	14,37	21,39	30,37	25,33	16,94	24,05	14,73	20,91	13,17	18,70	10,12	14,37
	40-60	47,9	23,78	31,86	30,18	21,08	28,25	17,35	23,25	15,78	21,15	11,86	15,89	23,78	31,86	30,18	21,08	28,25	17,35	23,25	15,78	21,15	11,86	15,89
	60-90	56,7	31,99	37,11	33,65	25,94	30,09	24,28	28,17	21,03	24,39	15,75	18,27	31,99	37,11	33,65	25,94	30,09	24,28	28,17	21,03	24,39	15,75	18,27
	90-115	56,5	34,05	39,84	33,71	25,91	30,32	26,05	30,48	22,59	26,43	16,43	19,22	34,05	39,84	33,71	25,91	30,32	26,05	30,48	22,59	26,43	16,43	19,22
115-150	52,8	13,82	18,38	17,44	11,23	14,93	7,68	10,21	6,51	8,66	5,17	6,88	13,82	18,38	17,44	11,23	14,93	7,68	10,21	6,51	8,66	5,17	6,88	

Tablo 4.4 'ün Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)																	
			0.06					1.78					15							
			1/10			1/3		1			2			3.32			4.20			
			pF Değerleri																	
			Nem Yüzdeleeri																	
			%			%		%			%			%			%			
			Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%	Ağırlık	Hacim	%
5	0-20	51,5	24,12	30,63	21,49	27,29	20,23	25,69	17,09	21,70	15,72	19,97	11,34	14,40						
	20-40	44,9	25,90	37,81	20,16	29,43	19,35	28,25	17,78	25,96	16,12	23,54	11,40	16,64						
	40-60	52,1	23,44	29,53	21,65	27,28	20,70	26,08	17,34	21,85	15,45	19,47	11,28	14,21						
	60-80	48,3	23,30	31,92	19,87	27,22	18,22	24,96	16,43	22,51	15,03	20,59	10,89	14,92						
	80-100	51,5	31,96	40,59	30,74	39,04	27,69	35,17	22,91	29,09	20,74	26,34	15,00	19,05						
	100-120	51,3	33,32	42,98	29,84	38,49	26,42	34,08	23,61	30,46	20,85	26,90	15,66	20,20						
	0-20	53,0	22,57	27,99	18,45	22,88	17,47	21,66	14,39	17,84	13,36	16,57	10,03	12,44						
	20-40	45,5	25,33	35,21	20,18	28,05	18,74	26,05	16,63	23,12	15,09	20,97	10,72	14,90						
	40-60	48,5	28,98	39,41	25,01	34,01	23,31	31,70	20,68	28,13	18,96	25,79	14,12	19,20						
	60-80	47,2	30,16	42,83	26,24	37,26	24,44	34,70	21,48	30,50	19,38	27,52	14,36	20,39						
	80-105	52,0	33,98	43,84	30,09	38,82	27,50	35,48	24,37	31,44	21,34	27,53	16,32	21,05						
	105-125	53,8	36,39	45,85	30,34	38,23	27,03	34,06	24,99	31,49	21,76	26,42	16,14	20,34						
0-20	45,8	22,86	32,46	19,04	27,04	17,87	25,38	16,58	23,54	14,65	20,80	10,68	15,17							
20-40	54,5	30,68	37,12	29,24	35,38	27,60	33,40	21,84	26,43	19,93	24,12	15,15	18,33							
40-60	52,3	31,26	39,39	27,24	34,32	25,83	32,55	22,44	28,28	19,71	24,84	14,54	18,32							
60-80	48,0	25,14	35,20	22,48	31,47	21,08	29,51	18,84	26,37	17,01	23,81	13,12	18,37							
80-100	45,9	24,43	35,42	20,88	30,28	18,98	27,52	18,77	27,22	16,39	23,77	12,89	18,69							
100-120	52,0	27,29	36,30	23,47	31,22	20,52	27,29	19,45	25,87	17,04	22,66	13,00	17,29							
0-20	49,4	20,14	26,78	17,43	23,18	16,76	22,29	14,17	18,85	13,08	17,40	10,35	13,77							
20-40	46,6	22,17	31,48	19,42	27,58	18,53	26,31	16,11	22,88	14,07	19,98	10,62	15,08							
40-60	48,7	21,90	30,00	22,26	30,50	21,07	28,87	16,27	22,29	14,50	19,87	11,91	16,32							
60-80	51,7	22,65	28,99	21,69	27,76	19,60	25,09	16,24	20,79	14,64	18,74	10,39	13,30							
80-100	46,6	21,88	31,29	18,96	27,11	16,87	24,12	16,32	23,34	14,40	20,59	10,44	14,93							
100-130	52,4	27,53	35,24	21,97	28,12	18,90	24,19	17,13	21,92	15,86	20,30	12,61	16,14							

Tablo 4.4 'ün Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)															
			1/10					1/3					1					
			2,00					2,54					3,01					
			pF Değerleri															
			N e m Y ü z d e l e r i															
			% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	% Ağırlık Hacim	
9	0-20	49,2	26,58	34,82	21,32	27,93	19,34	25,34	17,16	22,48	15,98	20,94	11,15	14,61	18,27	21,19	13,64	15,82
	20-40	55,9	29,30	33,99	28,20	32,71	24,31	28,20	19,97	23,17	18,27	21,19	11,15	14,61	18,27	21,19	13,64	15,82
	40-70	57,5	40,57	45,84	37,11	41,93	33,71	38,09	28,47	32,17	26,35	29,77	20,44	23,10	26,35	29,77	20,44	23,10
	70-90	54,6	29,34	35,79	25,70	31,35	24,08	29,38	23,40	28,55	21,61	26,36	18,14	22,13	21,61	26,36	18,14	22,13
	90-110	50,7	27,20	36,72	25,92	34,99	24,09	32,52	14,91	20,13	13,84	18,69	11,77	15,89	13,84	18,69	11,77	15,89
	110-130	56,3	23,16	27,56	22,18	26,39	18,61	22,15	14,18	16,88	12,69	15,10	10,63	12,65	12,69	15,10	10,63	12,65
10	0-20	51,0	11,17	14,18	10,33	13,12	8,88	11,28	6,51	8,27	6,10	7,75	3,73	4,74	6,10	7,75	3,73	4,74
	20-40	42,7	14,22	20,76	13,38	19,53	10,75	15,70	8,66	12,64	7,65	11,17	5,86	8,56	7,65	11,17	5,86	8,56
	40-60	48,8	15,74	20,15	14,30	18,30	11,80	15,10	8,87	11,35	7,59	9,71	6,14	7,86	7,59	9,71	6,14	7,86
	60-120	57,1	19,53	20,17	18,54	19,10	12,73	13,11	7,57	7,80	5,58	5,75	4,44	4,57	5,58	5,75	4,44	4,57
11	0-30	46,3	11,89	17,12	11,35	16,34	10,06	14,49	7,71	11,10	6,49	9,34	4,67	6,72	6,49	9,34	4,67	6,72
	30-60	48,4	13,64	19,51	12,82	18,33	11,42	16,33	8,51	12,17	7,59	10,86	6,04	8,64	7,59	10,86	6,04	8,64
	60-90	45,8	9,85	14,58	8,81	13,04	7,98	11,81	6,09	9,02	5,39	7,97	3,96	5,86	5,39	7,97	3,96	5,86
	90-120	40,9	7,96	12,89	7,09	11,49	6,21	10,06	5,27	8,54	4,48	7,25	3,21	5,20	4,48	7,25	3,21	5,20
12	0-30	51,7	11,42	14,73	10,58	13,65	9,03	11,65	8,16	10,52	7,01	9,04	5,12	6,60	7,01	9,04	5,12	6,60
	30-60	51,3	17,60	22,70	15,42	19,89	14,00	18,06	12,71	16,40	11,22	14,47	8,60	11,09	11,22	14,47	8,60	11,09
	60-90	51,0	17,76	22,91	16,66	21,49	15,16	19,56	13,27	17,12	11,81	15,24	8,61	11,10	11,81	15,24	8,61	11,10
	90-120	51,0	19,14	24,69	16,73	21,58	15,37	19,83	12,41	16,01	9,78	12,62	6,79	8,76	9,78	12,62	6,79	8,76
13	0-30	52,1	22,78	28,70	18,71	23,58	16,06	20,23	13,28	16,73	11,25	14,18	6,71	8,46	11,25	14,18	6,71	8,46
	30-60	51,7	22,99	28,97	21,52	27,11	19,62	24,72	15,80	19,91	14,22	17,92	9,38	11,82	14,22	17,92	9,38	11,82
	60-90	52,5	19,52	24,59	19,22	24,22	17,33	21,84	15,02	18,92	12,83	16,16	8,57	10,80	12,83	16,16	8,57	10,80
	90-120	52,3	15,44	19,46	15,09	19,01	14,63	18,43	12,17	15,33	10,18	12,83	6,45	8,13	10,18	12,83	6,45	8,13
14	0-30	43,2	10,79	15,76	10,40	15,18	9,50	13,87	6,80	9,93	6,10	8,91	4,16	6,07	6,10	8,91	4,16	6,07
	30-60	47,3	11,32	15,51	10,91	14,95	10,12	13,86	6,93	9,49	6,45	8,84	5,18	7,10	6,45	8,84	5,18	7,10
	60-90	48,5	9,92	13,29	9,81	13,15	9,07	12,15	5,93	7,94	4,73	6,34	3,52	4,72	4,73	6,34	3,52	4,72
	90-120	43,6	8,49	12,74	8,35	12,53	7,62	11,43	4,15	6,23	3,61	5,42	2,82	4,23	3,61	5,42	2,82	4,23

Tablo 4.4 'ün Devamı

Profil No	Kat Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)															
			1/10					1/3					2					
			%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim	%	Ağırlık Hacim
			pf Değerleri															
			Nem Yüzdeleeri															
			2,00					2,54					3,01					
			1,78										3,32					
			4,20															
15	0-30	48,5	17,05	22,85	16,24	21,76	13,17	17,65	11,14	14,93	9,07	12,16	6,36	8,52	9,07	12,16	6,36	8,52
	30-60	49,6	12,15	16,28	11,60	15,54	9,98	13,37	8,73	11,70	7,05	9,45	5,37	7,20	7,05	9,45	5,37	7,20
	60-90	49,2	9,74	13,05	9,51	12,75	8,52	11,42	7,79	10,44	6,54	8,76	4,65	6,23	6,54	8,76	4,65	6,23
	90-120	49,2	9,76	13,08	9,00	12,06	7,92	10,61	7,23	9,69	6,29	8,43	4,43	5,94	6,29	8,43	4,43	5,94
16	0-30	52,5	19,63	22,58	17,77	20,43	15,16	17,43	12,67	14,57	10,93	12,57	8,01	9,21	10,93	12,57	8,01	9,21
	30-60	52,5	20,18	23,21	18,81	21,63	15,75	18,11	13,55	15,58	10,97	12,62	7,63	8,77	10,97	12,62	7,63	8,77
	60-90	52,1	15,48	17,80	14,46	16,63	12,22	14,05	10,94	12,58	8,61	9,90	5,88	6,76	8,61	9,90	5,88	6,76
	90-120	52,3	15,85	18,23	14,60	16,79	12,07	13,88	11,20	12,88	7,89	9,07	5,25	6,04	7,89	9,07	5,25	6,04
17	0-30	48,1	29,01	39,45	28,28	38,46	24,41	33,20	19,68	26,77	18,04	24,53	13,13	17,86	18,04	24,53	13,13	17,86
	30-60	48,3	37,72	51,30	35,67	48,51	29,24	39,77	24,76	33,68	21,28	28,94	17,32	23,55	21,28	28,94	17,32	23,55
	60-90	48,7	34,70	47,19	32,84	44,66	28,59	38,88	22,57	30,69	20,43	27,79	14,29	19,43	20,43	27,79	14,29	19,43
18	0-30	50,9	11,76	15,41	9,56	12,53	9,11	11,94	8,08	10,59	6,56	8,59	4,73	6,20	6,56	8,59	4,73	6,20
	30-60	50,9	19,24	25,21	18,04	23,63	16,68	21,85	13,22	17,32	12,69	16,62	9,50	12,44	12,69	16,62	9,50	12,44
	60-90	51,5	19,10	25,03	17,34	22,72	15,87	20,81	12,76	16,72	10,92	14,30	8,35	10,94	10,92	14,30	8,35	10,94
19	0-30	45,0	11,93	17,66	10,13	14,99	9,26	13,71	7,89	11,67	7,82	11,57	5,39	7,97	7,82	11,57	5,39	7,97
	30-60	45,2	19,67	29,11	18,38	27,20	14,34	21,22	11,11	16,44	9,38	13,88	6,93	10,25	9,38	13,88	6,93	10,25
	60-90	45,2	16,48	24,39	14,26	21,11	13,57	20,09	10,96	16,22	9,14	13,53	6,71	9,93	9,14	13,53	6,71	9,93
20	0-30	46,9	19,16	27,78	16,30	23,64	14,69	21,30	13,15	19,07	11,60	16,82	8,13	11,79	11,60	16,82	8,13	11,79
	30-60	46,5	33,58	48,69	32,44	47,04	26,55	38,50	23,64	34,28	22,38	32,45	17,48	25,35	22,38	32,45	17,48	25,35
	60-90	46,3	35,57	51,58	34,94	50,67	30,75	44,59	27,65	40,09	23,89	34,64	19,22	27,87	23,89	34,64	19,22	27,87
ORTALAMA		49,8	22,37	29,58	20,33	26,86	18,35	24,26	15,54	20,57	14,84	18,32	10,50	13,91	14,84	18,32	10,50	13,91

1/10 atm kuvvetle ($pF=2,00$) tutulan nem, ağırlık esasına göre % 7,09 (11 No'lu profilde) ile % 37,79 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre ise % 11,49 (11 No'lu profilde) ile % 52,53 (3 No'lu profilde) arasında değişmekte olup ortalama % 26,86'dır.

1/3 atm kuvvetle ($pF= 2,54$), yani tarla kapasitesinde tutulan nem ağırlık esasına göre % 6,21 (11 No'lu profilde) ile % 35,47 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre ise % 10,06 (11 No'lu profilde) ile % 49,31 (3 No'lu profilde) arasında değişmekte olup ortalama % 24,26'dır.

1 atm kuvvetle ($pF= 3,01$) tutulan nem ağırlık esasına göre % 4,15 (14 No'lu profilde) ile % 29,62 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre ise % 6,23 (14 No'lu profilde) ile % 41,17 (3 No'lu profilde) arasında değişmekte olup ortalama % 20,57'dir.

2 atm kuvvetle ($pF=3,32$) tutulan nem ağırlık esasına göre % 3,61 (14 No'lu profilde) ile % 28,82 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre ise % 5,42 (14 No'lu profilde) ile %40,06 arasında değişmekte olup ortalama % 18,32'dir.

15 atm kuvvetle ($pF=4,20$), yani devamlı solma noktasında tutulan nem ağırlık esasına göre % 2,82 (14 No'lu profilde) ile % 23,03 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Hacim esasına göre devamlı solma noktasında tutulan nem % 4,23 (14 No'lu profilde) ile % 32,01 (3 No'lu profilde) arasında değişmekte olup ortalama % 13,91'dir.

Tablo 4.4'te verilen, toprakların farklı tansiyonlarda

tuttukları nem değerlerinden 40,50 ve 60 cm kök derinliklerinde farklı tansiyonlarda tutulan nem yüzdeleri hesaplanarak hacim esasına göre Tablo 4.5'te verilmiştir.

40 cm kök derinliğinde 0,06 atm kuvvetle tutulan nem hacim esasına göre % 15,70 (14 No'lu profilde) ile % 45,03 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde 0,06 atm kuvvetle tutulan nem % 15,69 (14 No'lu profilde) ile % 46,00 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde 0,06 atm kuvvetle tutulan nem % 15,64 (14 No'lu profilde) ile % 50,04 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde 1/10 atm kuvvetle tutulan nem hacim esasına göre % 15,12 (14 No'lu profilde) ile % 42,45 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde 1/10 atm kuvvetle tutulan nem % 15,11 (14 No'lu profilde) ile % 43,12 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde 1/10 atm kuvvetle tutulan nem % 15,07 (14 No'lu profilde) ile % 45,81 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde tarla kapasitesinde (1/3 atm kuvvetle) tutulan nem hacim esasına göre % 13,49 (10 No'lu profilde) ile % 39,62 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde tarla kapasitesinde tutulan nem % 13,81 (10 No'lu profilde) ile % 41,56 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde tarla kapasitesinde tutulan nem ise % 13,87 (14 No'lu profilde) ile % 42,85 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde 1 atm kuvvetle tutulan nem hacim

Tablo 4.5 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Topraklarında Değişik Kök Derinliklerinde Farklı Tansiyonlarda Tutulan Nem (% Hacim)

Profil No	Kök Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)					
			0,06	1/10	1/3	1	2	15
			pF Değerleri					
			1,78	2,00	2,54	3,01	3,32	4,20
1	40	55,7	27,32	26,32	24,79	18,70	17,31	14,31
	50	55,3	27,38	26,36	24,39	18,86	17,42	14,51
	60	53,8	27,62	26,53	25,03	19,52	17,87	14,64
2	40	51,0	24,87	23,65	21,74	15,95	14,74	11,88
	50	51,1	25,11	23,86	22,26	16,20	14,91	12,12
	60	51,6	26,06	24,68	22,61	17,18	15,57	12,28
3	40	54,9	45,03	42,45	39,62	32,89	31,30	25,75
	50	54,6	46,00	43,12	41,56	33,44	31,88	27,00
	60	53,2	50,04	45,81	42,85	35,65	34,22	27,84
4	40	46,0	29,81	25,75	24,42	20,57	18,59	14,31
	50	46,1	29,95	26,05	25,19	20,75	18,76	14,63
	60	46,6	30,49	27,25	25,70	21,46	19,44	14,83
5	40	48,2	34,22	28,36	26,97	23,83	21,76	15,52
	50	48,5	33,91	28,29	26,70	23,70	21,61	15,26
	60	49,5	32,66	28,00	26,67	23,17	20,99	15,08
6	40	49,3	31,60	25,47	23,86	20,48	18,77	13,67
	50	49,2	32,12	26,04	25,43	20,99	19,24	14,78
	60	49,0	34,20	28,31	26,47	23,03	21,11	15,51
7	40	50,2	34,79	31,21	29,39	25,89	22,46	16,75
	50	50,3	35,10	31,42	30,02	25,93	22,62	17,06
	60	50,9	36,32	32,25	30,44	26,08	23,25	17,27
8	40	48,0	29,13	25,38	24,30	20,87	18,69	14,43
	50	48,0	29,19	25,72	25,21	29,96	18,78	14,80
	60	48,2	29,42	27,09	25,82	21,34	19,08	15,06
9	40	52,6	34,41	30,32	26,77	22,83	21,07	15,22
	50	52,9	35,17	31,09	29,03	23,45	21,65	16,80
	60	54,2	38,21	34,19	30,54	25,94	23,97	17,84
10	40	46,9	17,47	16,33	13,49	10,46	9,46	6,65
	50	47,0	17,65	16,46	13,81	10,52	9,48	6,89
	60	47,5	18,36	16,98	14,03	10,75	9,54	7,05

Tablo 4.5'in Devamı

Profil No	Kök Derinliği (cm)	Porozite (%)	Tatbik Edilen Basınç Kuvvetleri (Atmosfer)					
			0,06	1/10	1/3	1	2	15
			pF Değerleri					
			1,78	2,00	2,54	3,01	3,32	4,20
11	40	46,8	17,72	16,84	14,95	11,37	9,72	7,20
	50	46,9	17,84	16,94	15,23	11,42	9,80	7,49
	60	47,4	18,32	17,34	15,41	11,64	10,10	7,68
12	40	51,6	16,72	15,21	13,21	11,99	10,40	7,72
	50	51,6	17,12	15,52	14,21	12,28	10,67	8,40
	60	51,5	18,72	16,77	14,86	13,46	11,76	8,85
13	40	52,0	28,77	24,46	21,35	17,53	15,12	9,30
	50	52,0	28,78	24,64	22,03	17,69	15,31	9,80
	60	51,9	28,84	25,35	22,48	18,32	16,05	10,14
14	40	44,2	15,70	15,12	13,87	9,82	8,89	6,33
	50	44,4	15,69	15,11	13,87	9,80	8,89	6,48
	60	45,3	15,64	15,07	13,87	9,71	8,88	6,59
15	40	48,8	21,21	20,21	16,58	14,12	11,48	8,19
	50	48,9	20,88	19,90	15,94	13,96	11,35	7,99
	60	49,1	19,57	18,65	15,51	13,32	10,81	7,86
16	40	52,5	22,74	20,73	17,60	14,82	12,58	9,10
	50	52,5	22,77	20,79	17,70	14,87	12,58	9,03
	60	52,5	22,90	21,03	17,77	15,08	12,60	8,99
17	40	48,2	42,41	40,97	34,84	28,50	25,63	19,28
	50	48,2	43,00	41,47	35,83	28,85	25,85	20,14
	60	48,2	45,38	43,49	36,49	30,23	26,74	20,71
18	40	50,9	17,86	15,31	14,42	12,27	10,60	7,76
	50	50,9	18,35	15,86	15,90	12,61	11,00	8,70
	60	50,9	20,31	18,08	16,90	13,96	12,61	9,32
19	40	45,1	20,52	18,04	15,59	12,86	12,15	8,54
	50	45,1	21,09	18,65	16,71	13,10	12,27	8,88
	60	45,1	23,39	21,10	17,47	14,06	12,73	9,11
20	40	46,8	33,01	29,49	25,60	22,87	20,73	15,18
	50	46,8	34,06	30,66	28,18	27,64	21,51	17,21
	60	46,7	38,24	35,34	29,90	27,77	24,64	18,57

esasına göre % 9,82 (14 No'lu profilde) ile % 32,89 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde 1 atm kuvvetle tutulan nem % 9,80 (14 No'lu profilde) ile % 33,44 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde 1 atm kuvvetle tutulan nem % 9,71 (14 No'lu profilde) ile % 35,65 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde 2 atm kuvvetle tutulan nem **hacime** göre % 8,89 (14 No'lu profilde) ile % 31,30 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde 2 atm kuvvetle tutulan nem % 8,89 (14 No'lu profilde) ile % 34,22 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde 2 atm kuvvetle tutulan nem % 8,88 (14 No'lu profilde) ile % 34,22 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde solma noktasında (15 atm kuvvet ile) tutulan nem hacim esasına göre % 6,33 (14 No'lu profilde) ile % 25,75 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 50 cm kök derinliğinde solma noktasında tutulan nem % 6,48 (14 No'lu profilde) ile % 27,00 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. 60 cm kök derinliğinde solma noktasında tutulan nem ise % 6,59 (14 No'lu profilde) ile % 27,84 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

4.6 Değişik Kök Derinlikleri İçin Karakteristik Nem Sabite Değerleri ve Toprakta Gözeneklerin Dağılışı

Araştırma sahasında yetiştirilen patatesin etkili kök derinliği ortalama 40 cm bulunmuştur. Ancak, kök derinliği farklı bitkilerin yetiştirileceği de göz önünde bulundurularak

50 ve 60 cm kök derinlikleri için de bazı hesaplamalar yapılmıştır.

40 cm, 50 cm ve 60 cm kök derinliklerinde, tarla kapasitesinde tutulan nem oranları Tablo 4.5'ten alınarak solma noktası değerleri de dikkate alınmak suretiyle söz konusu kök derinlikleri için faydalı su kapasiteleri hesaplanmıştır. Bu nem sabitelerinin pF değerleri dikkate alınmak suretiyle de toprakta gözeneklerin dağılışıları bulunmuş olup Tablo 4.6'da verilmiştir.

Kısım 4.5'te belirtildiği gibi 40 cm kök derinliğinde tarla kapasitesinde tutulan nem hacim esasına göre % 13,49 (10 No'lu profilde) ile % 39,62 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Devamlı solma noktasında tutulan nem hacim esasına göre % 6,33 (14 No'lu profilde) ile % 25,75 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Faydalı su kapasitesi ise hacim esasına göre % 5,53 (12 No'lu profilde) ile % 15,56 (17 No'lu profilde) arasında; su derinliği olarak da 22,1 mm ile 62,2 mm arasında değişmektedir.

50 cm kök derinliğinde, tarla kapasitesinde tutulan nem hacim esasına göre % 13,81 (10 No'lu profilde) ile % 41,56 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Devamlı solma noktasında tutulan nem ise % 6,48 (14 No'lu profilde) ile % 27,00 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Faydalı su kapasiteleri ise hacim esasına göre % 5,81 (12 No'lu profilde) ile % 15,69 (17 No'lu profilde) arasında; su derinliği olarak da 29,0 mm ile 78,5 mm arasında değişmektedir.

60 cm kök derinliğinde, tarla kapasitesinde tutulan nem hacim esasına göre % 13,87 (14 No'lu profilde) ile % 42,85

Tablo 4.6 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahası Topraklarında Değişik Kök Derinlikleri İçin Karakteristik Nem Sabite Değerleri ve Gözeneklerin Dağılışı

Profil No	Kök Derinliği (cm)	Porozite (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Faydalı Su			Gözeneklerin Dağılışı (%)		
				Nem Yüzdesi				Nem Yüzdesi		Su Derinliği (mm)	Büyük (Kaba)	Orta	Küçük
				% Ağırlık	% Hacim	% Ağırlık	% Hacim	% Ağırlık	% Hacim		Eşdeğer Gözenek Çapı (Mikron)		
				>10	10-0,2	<0,2							
1	40	55,7	1,18	21,01	24,79	12,13	14,31	8,88	10,48	41,9	30,91	10,48	14,31
	50	55,3	1,21	20,60	24,93	11,99	14,51	8,61	10,42	52,1	30,37	10,42	14,51
	60	53,8	1,23	20,35	25,03	11,90	14,64	8,45	10,39	62,3	28,77	10,39	14,64
2	40	51,0	1,31	16,60	21,74	9,07	11,88	7,53	9,86	39,4	29,26	9,86	11,88
	50	51,1	1,30	17,12	22,26	9,32	12,12	7,80	10,14	50,7	28,84	10,14	12,12
	60	51,6	1,29	17,53	22,61	9,52	12,28	8,01	10,33	62,0	28,99	10,33	12,28
3	40	54,9	1,23	32,21	39,62	20,93	25,75	11,28	13,87	55,5	15,28	13,87	25,75
	50	54,6	1,26	32,98	41,56	21,43	27,00	11,55	14,56	72,8	13,04	14,56	27,00
	60	53,2	1,28	33,48	42,85	21,75	27,84	11,73	15,01	90,1	10,35	15,01	27,84
4	40	46,0	1,42	17,20	24,42	10,08	14,31	7,12	10,11	40,4	21,58	10,11	14,31
	50	46,1	1,40	17,99	25,19	10,45	14,63	7,54	10,56	52,8	20,91	10,56	14,63
	60	46,6	1,39	18,49	25,70	10,67	14,83	7,82	10,87	65,2	20,90	10,87	14,83
5	40	48,2	1,37	19,69	26,97	11,33	15,52	8,36	11,45	45,8	21,23	11,27	15,52
	50	48,5	1,35	19,84	26,79	11,30	15,26	8,54	11,53	57,7	21,80	11,50	15,26
	60	49,5	1,33	20,05	26,67	11,34	15,08	8,71	11,59	69,5	22,83	11,59	15,08
6	40	49,3	1,32	18,08	23,86	10,36	13,67	7,72	10,19	40,8	25,44	10,19	13,67
	50	49,2	1,33	19,12	25,43	11,11	14,78	8,01	10,65	53,3	23,77	10,65	14,78
	60	49,0	1,33	19,90	26,47	11,66	15,51	8,24	10,96	65,8	22,53	10,96	15,51
7	40	50,2	1,32	22,27	29,39	12,69	16,75	9,58	12,64	50,6	20,81	12,64	16,75
	50	50,3	1,31	22,92	30,02	13,02	17,06	9,90	12,96	64,8	20,28	12,96	17,06
	60	50,9	1,30	23,42	30,44	13,28	17,27	10,14	13,17	79,0	20,46	13,17	17,27
8	40	48,0	1,38	17,61	24,30	10,46	14,43	7,15	9,87	39,5	23,70	9,87	14,43
	50	48,0	1,38	18,27	25,21	10,72	14,80	7,55	10,41	52,1	22,79	10,41	14,80
	60	48,2	1,37	18,85	25,82	10,99	15,06	7,86	10,76	64,6	22,38	10,76	15,06
9	40	52,6	1,24	21,59	26,77	12,27	15,22	9,27	11,55	46,2	25,83	11,55	15,22
	50	52,9	1,22	23,80	29,03	13,77	16,80	10,03	12,23	61,2	23,87	12,23	16,80
	60	54,2	1,20	25,45	30,54	14,87	17,84	10,58	12,70	76,2	23,66	12,70	17,84
10	40	46,9	1,37	9,85	13,49	4,85	6,65	5,00	6,84	27,4	33,41	6,84	6,65
	50	47,0	1,35	10,23	13,81	5,10	6,89	5,13	6,92	34,6	33,19	6,92	6,89
	60	47,5	1,34	10,47	14,03	5,26	7,05	5,22	6,98	41,9	32,47	6,98	7,05
11	40	46,8	1,44	10,38	14,95	5,00	7,20	5,38	7,75	31,0	31,85	7,75	7,20
	50	46,9	1,44	10,58	15,23	5,20	7,49	5,38	7,74	38,7	31,67	7,74	7,49
	60	47,4	1,44	10,70	15,41	5,53	7,68	5,37	7,73	46,4	31,99	7,73	7,68

Tablo 4.6'nın Devamı

Profil No	Kök Derinliği (cm)	Porozite (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Faydalı Su			Gözeneklerin Dağılımı (%)		
				Nem Yüzdesi				Nem Yüzdesi		Su Derinliği (mm)	Büyük (Kaba)	Orta	Küçük
				% Ağırlık	% Hacim	% Ağırlık	% Hacim	% Ağırlık	% Hacim				
				Eşdeğer Gözenek Çapı (Mikron)									
12	40	51,6	1,29	10,27	13,25	5,98	7,72	4,29	5,53	22,1	38,35	5,53	7,72
	50	51,6		11,01	14,21	6,51	8,40	4,50	5,81	29,1	37,39	5,81	8,40
	60	51,5		11,52	14,86	6,86	8,85	4,66	6,01	36,1	36,64	6,01	8,85
13	40	52,0	1,26	16,94	21,35	7,38	9,30	9,56	12,05	48,2	30,65	12,05	9,30
	50	52,0		17,48	22,03	7,78	9,80	9,70	12,23	61,2	29,97	12,23	9,80
	60	51,9		17,84	22,48	8,05	10,14	9,79	12,34	74,0	29,42	12,34	10,14
14	40	44,2	1,46	9,50	13,87	4,34	6,33	5,16	7,54	30,2	30,33	7,54	6,33
	50	44,4	1,42	9,76	13,87	4,56	6,48	5,20	7,39	37,0	30,53	7,39	6,48
	60	45,3	1,42	9,77	13,87	4,64	6,59	5,13	7,28	43,7	31,43	7,28	6,59
15	40	48,8	1,34	12,37	16,58	6,11	8,19	6,26	8,39	33,6	32,22	8,39	8,19
	50	48,9		11,90	15,94	5,96	7,99	5,94	7,95	39,8	32,96	7,95	7,99
	60	49,1		11,57	15,51	5,87	7,86	5,70	7,65	45,9	33,59	7,65	7,86
16	40	52,5	1,15	15,30	17,60	7,91	9,10	7,39	8,50	34,0	34,90	8,50	9,10
	50	52,5		15,39	17,70	7,85	9,03	7,54	8,67	43,4	34,80	8,67	9,03
	60	52,5		15,45	17,77	7,82	8,99	7,63	8,78	52,2	34,73	8,78	8,99
17	40	48,2	1,36	25,62	34,84	14,18	19,28	11,44	15,56	62,2	13,36	14,56	19,28
	50	48,2		26,35	35,83	14,81	20,14	11,54	15,69	78,5	12,37	15,69	20,14
	60	48,2		26,83	36,49	15,23	20,71	11,60	15,78	94,7	11,71	15,78	20,71
18	40	50,9	1,31	11,00	14,42	5,92	7,76	5,08	6,66	26,6	36,48	6,66	7,76
	50	50,9		12,14	15,90	6,64	8,70	5,50	7,20	36,0	35,00	7,20	8,70
	60	50,9		12,90	16,90	7,11	9,32	5,79	7,58	45,5	34,00	7,58	9,32
19	40	45,1	1,48	10,53	15,59	5,77	8,54	4,76	7,05	28,2	29,51	7,05	8,54
	50	45,1		11,29	16,71	6,00	8,88	5,29	7,83	39,2	28,39	7,83	8,88
	60	45,1		11,80	17,47	6,16	9,11	5,64	8,36	50,2	27,63	8,36	9,11
20	40	46,8	1,45	17,66	25,60	10,47	15,18	7,18	10,42	41,7	21,20	10,42	15,18
	50	46,8		19,43	28,18	11,87	17,21	7,56	10,97	54,9	18,62	10,97	17,21
	60	46,7		20,62	29,90	12,81	18,57	7,81	11,33	68,0	16,80	11,33	18,57
Ort.	40	49,5	1,33	16,78	22,17	9,36	12,35	7,42	9,82	39,3	27,32	9,82	12,35
	50	49,5	1,33	17,41	22,99	9,77	12,90	7,64	10,09	50,5	26,53	10,09	12,90
	60	49,7	1,33	17,85	23,54	10,06	13,26	7,79	10,28	61,7	26,06	10,28	13,26

(3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Devamlı solma noktasında tutulan nem ise % 6,59 (14 No'lu profilde) ile % 27,84 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Faydalı su kapasiteleri ise hacim esasına göre % 6,01 (12 No'lu profilde) ile % 15,78 (17 No'lu profilde) arasında; su derinliği olarak da 36,1 mm ile 94,7 mm arasında değişmektedir.

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası topraklarında 40 cm kök derinliğinde büyük (kaba) gözenekler, % 13,36 (17 No'lu profilde) ile % 38,35 (12 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Orta gözenekler % 5,53 (12 No'lu profilde) ile % 15,56 (17 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Küçük gözenekler ise % 6,33 (14 No'lu profilde) ile % 25,75 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

50 cm kök derinliğinde büyük gözenekler % 12,37 (17 No'lu profilde) ile % 37,39 (12 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Orta gözenekler % 5,81 (12 No'lu profilde) ile % 15,69 (17 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Küçük gözenekler ise, % 6,48 (14 No'lu profilde) ile % 27,00 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

60 cm kök derinliğinde büyük gözenekler % 10,35 (3 No'lu profilde) ile % 36,64 (12 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Orta gözenekler % 6,01 (12 No'lu profilde) ile % 15,78 (17 No'lu profilde) arasında değişmektedir. Küçük gözenekler ise, % 6,59 (14 No'lu profilde) ile % 27,84 (3 No'lu profilde) arasında değişmektedir.

40 cm kök derinliğinde gözeneklerin dağılışı büyük, orta ve küçük gözenekler için sırayla, ortalama değerler olarak, % 27,32, % 9,82 ve % 12,35'tir 50 cm için ortalama değerler

sırayla % 26,35, % 10,09 ve % 12,90'dır. 60 cm için ortalama degerler sırayla % 26,06, % 10,38 ve % 13,26'dır.

4.7 pF Egrileri

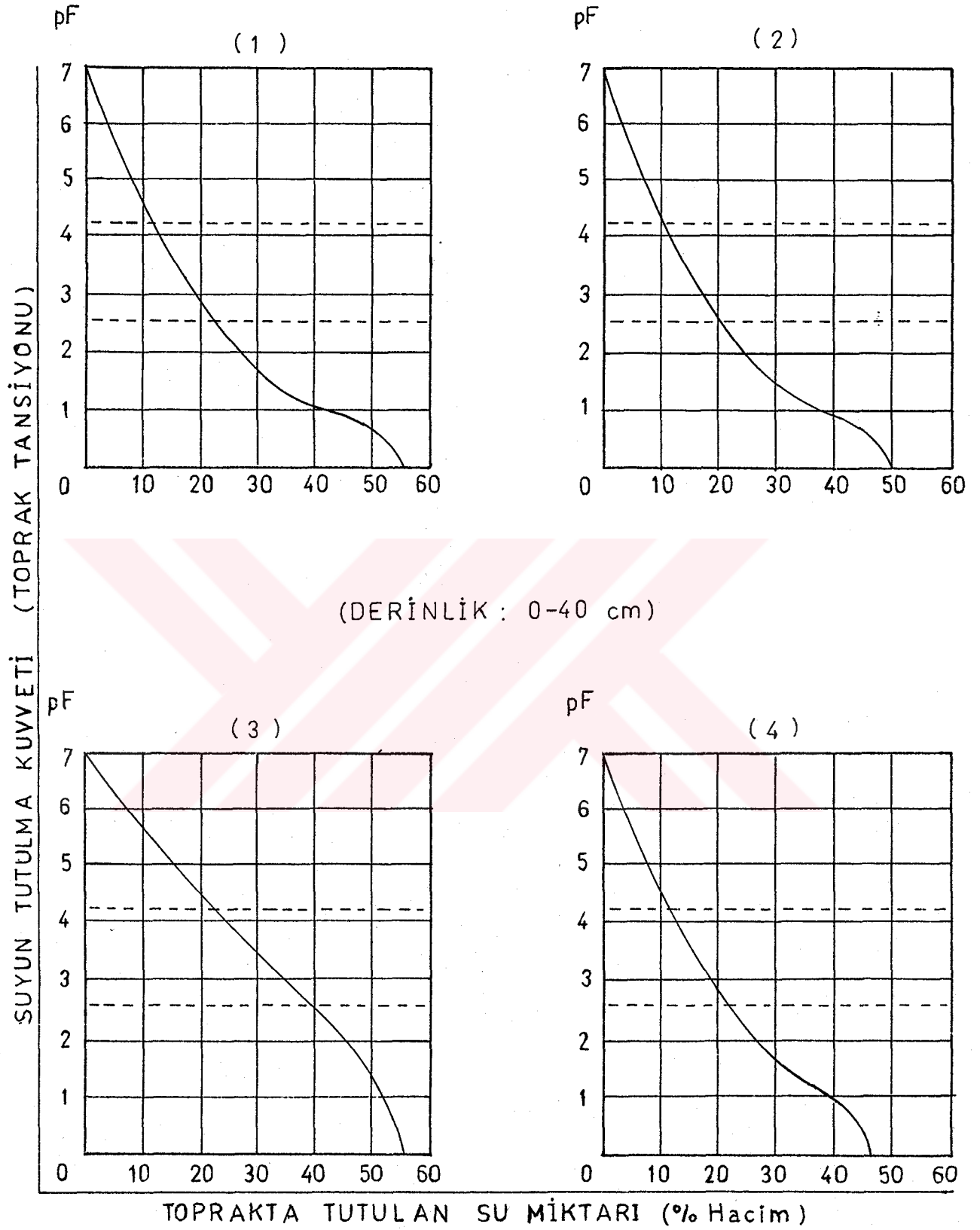
Tablo 4.5'te verilen, 40 cm kök bölgesi derinliğinde farklı tansiyonlarda tutulan nem yüzdeleri (% hacim olarak) apsiste, pF degerleri de ordinatta gösterilmek suretiyle karakteristik pF egrileri elde edilmiştir (Şekil 4.1-4.5).

Şekillerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırma sahası topraklarının pF egrileri genellikle benzerlik göstermektedir. Ancak farklı bünyeye sahip toprakların pF egrilerindeki farklılıklar da bariz olarak görülmektedir. Mesâla % kil miktarı fazla olan 3 ve 17 No'lu profil topraklarına ait pF egrileri ile % kum miktarı fazla olan 10 ve 11 No'lu profil topraklarına ait pF egrileri birbirinden hayli farklıdır.

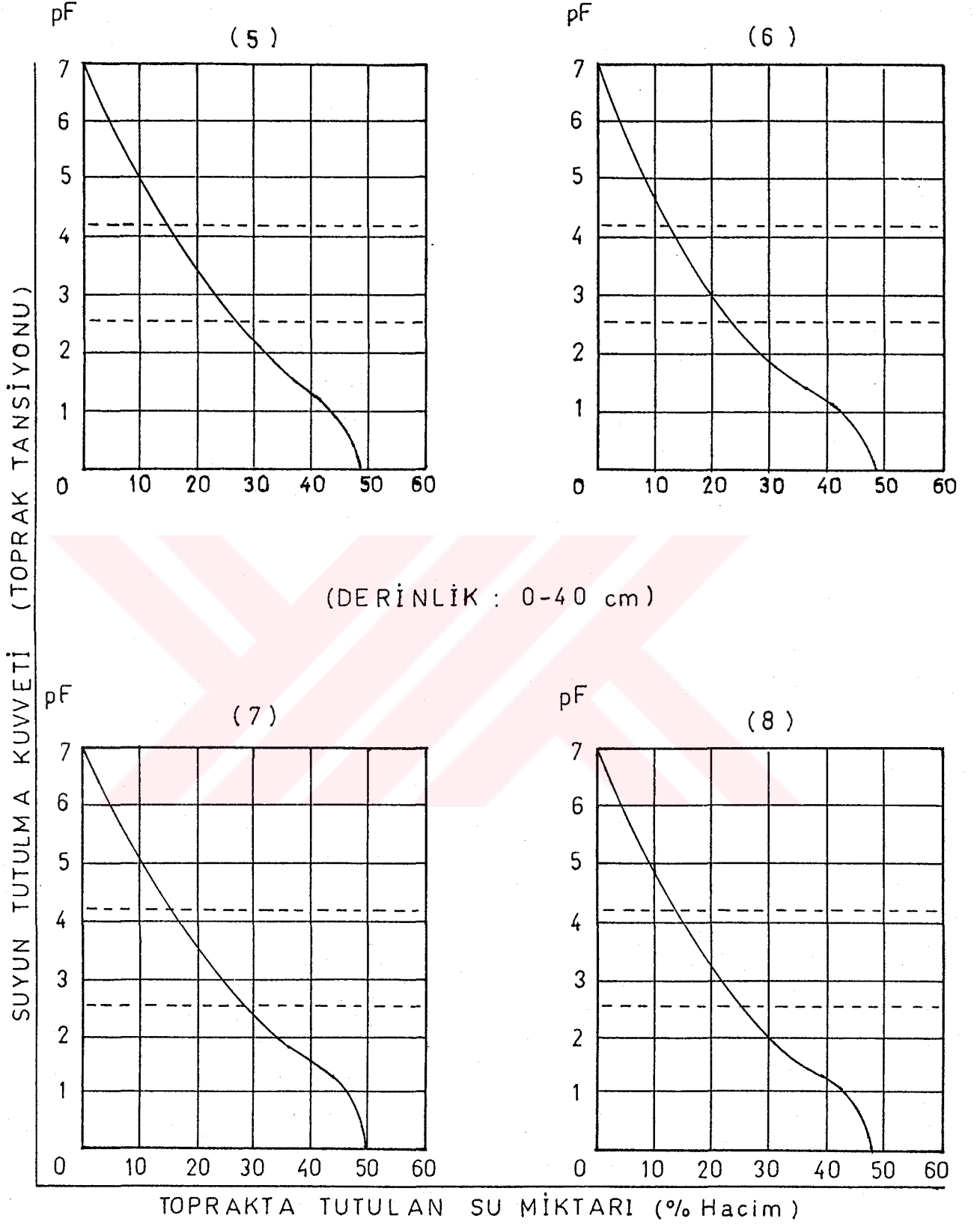
Bu egrilerden yararlanarak farklı toprak tansiyonlarının nem yüzdesi karşılıkları kolayca bulunabilir ve birbiriyle karşılaştırılabilir.

4.8 İnfiltrasyon Egrileri ve Denklemleri

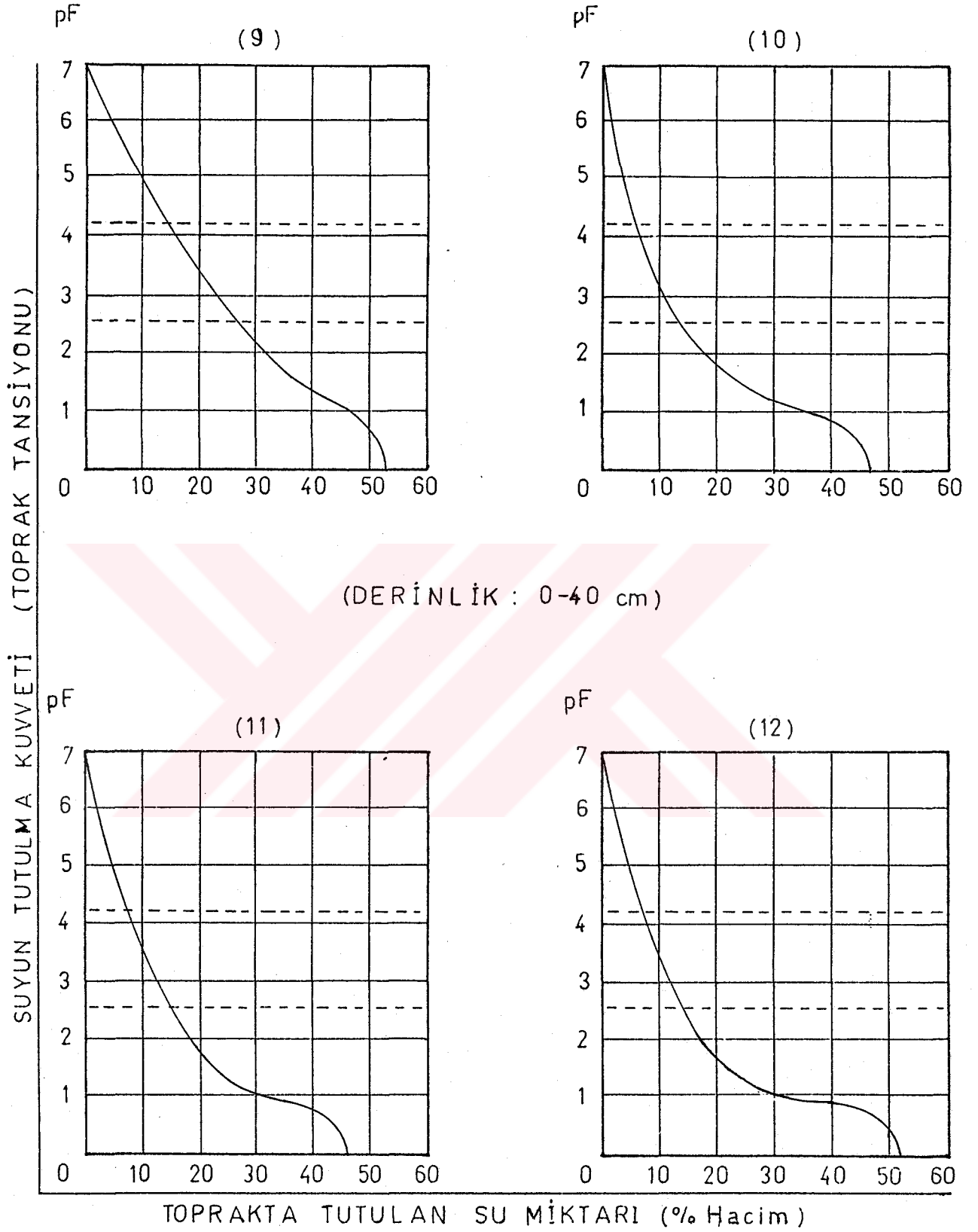
8, 11,16 ve 17 No'lu profillerin temsil ettiği sahalarda yapılan infiltrasyon testlerinde minimum infiltrasyon hızları sırayla 8,2 cm/saat, 12,5 cm/saat, 4,8 cm/ saat ve 4,8 cm/saat bulunmuştur (Şekil 4.6-4.9). Bu infiltrasyon testlerinde in-



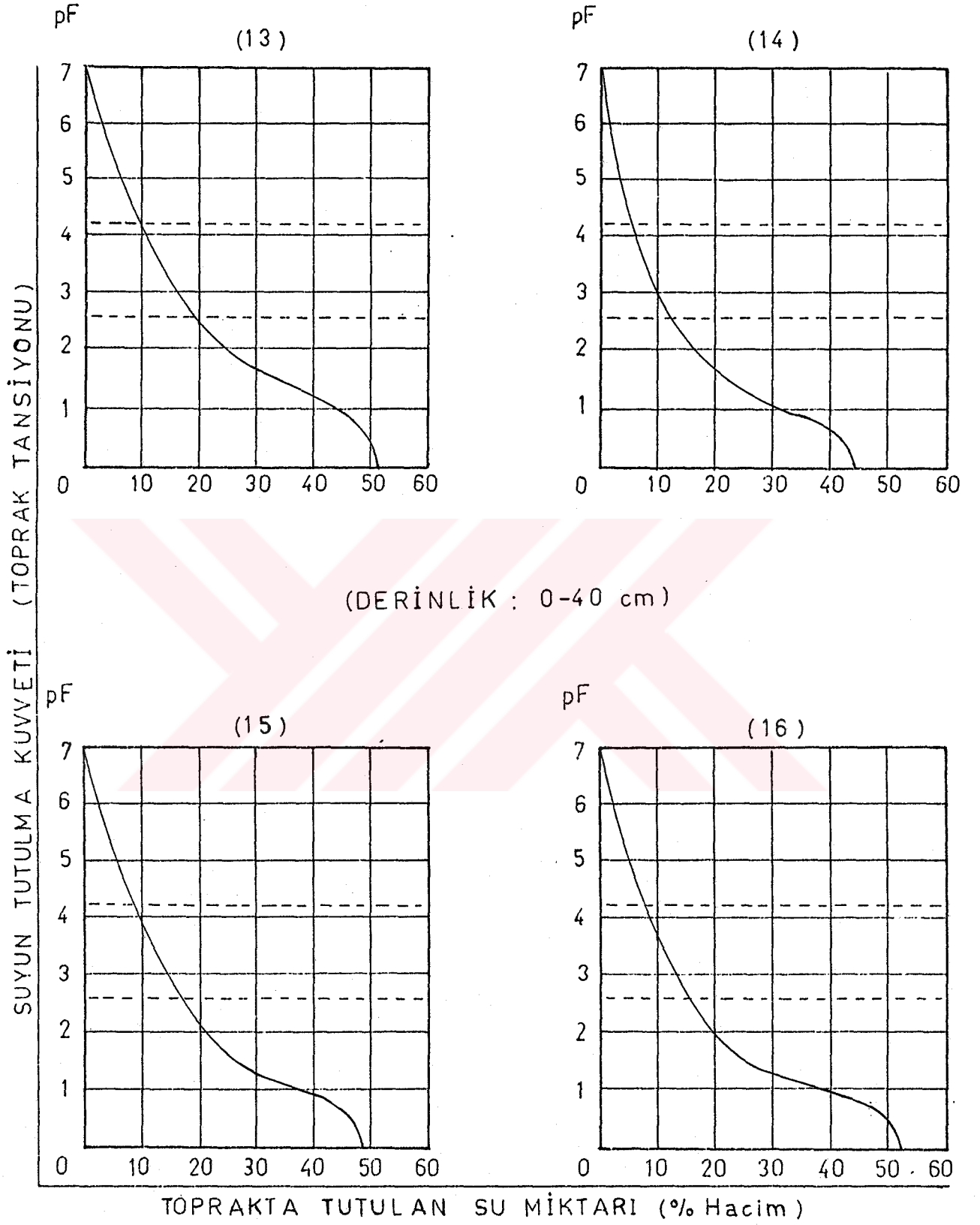
Şekil 4.1 Araştırma sahasındaki 1,2,3 ve 4 No'lu profillere ait toprakların pF egrileri.



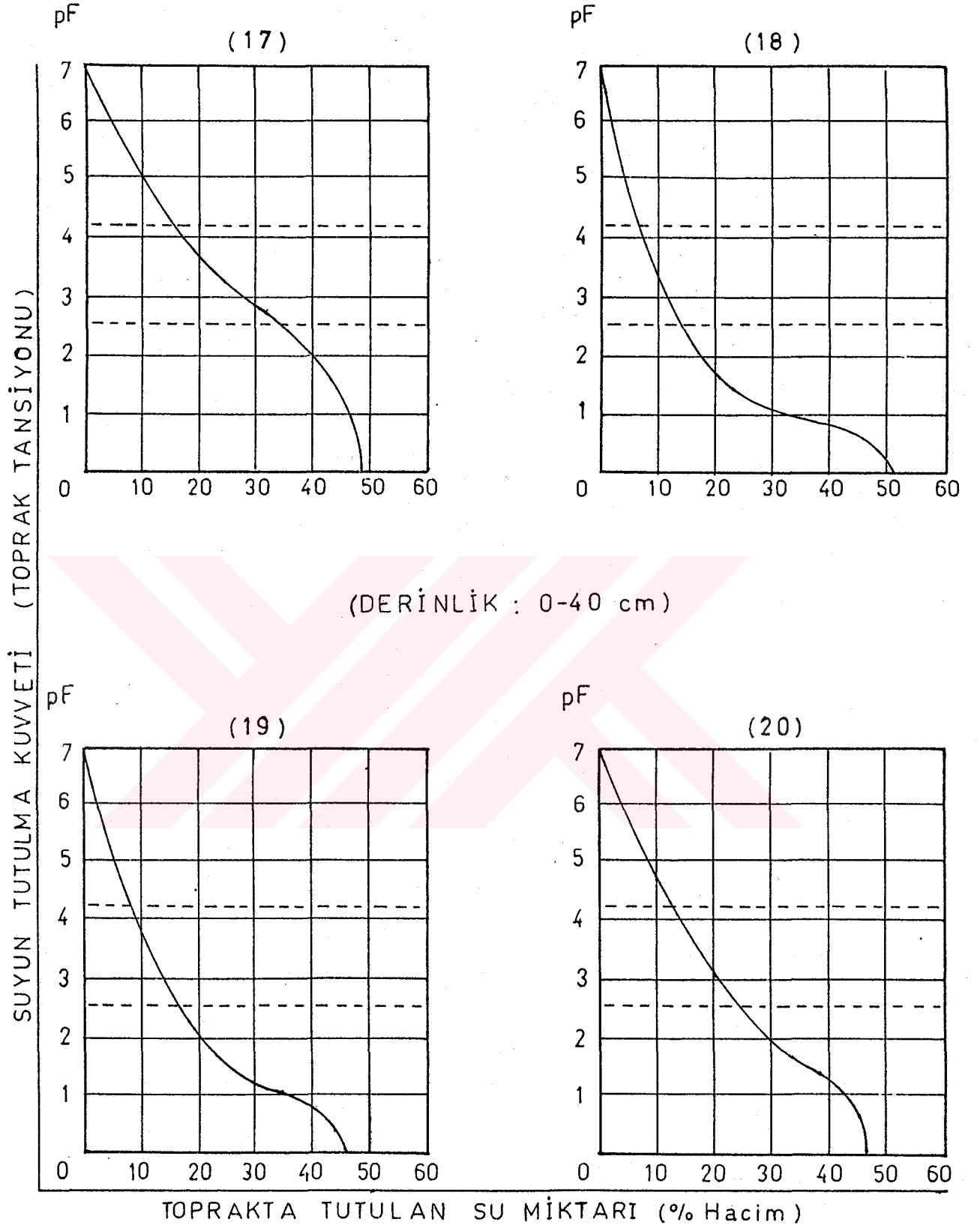
Şekil 4.2 Araştırma sahasındaki 5,6,7 ve 8 No'lu profillere ait toprakların pF eğrileri.



Şekil 4.3 Araştırma sahasındaki 9,10,11 ve 12 No'lu profillere ait toprakların pF egrileri.



Şekil 4.4 Araştırma sahasındaki 13,14,15 ve 16 No'lu profil lere ait toprakların pF eğrileri.



Şekil 4.5 Araştırma sahasındaki 17,18,19 ve 20 No'lu profil lere ait toprakların pF eğrileri.

filtrasyon süreleri 6 saat kadar tutulmuştur. Başlangıçtan itibaren 1,5 ile 4. saat arasında bir sürede minimum infiltrasyon hızlarına ulaşılmıştır. Tabiidir ki bu süreyi, test başlangıcında topraktaki nem muhtevası etkileyecektir.

Ertugrul ve Apan'ın (1979) izah ettiği şekilde, infiltrasyon testi ölçüm değerlerinden infiltrasyon denklemleri elde edilmiştir.

8 No'lu profil sahasındaki infiltrasyon testi sonuçlarına göre infiltrasyon denklemleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$D = 0,715 t^{0,747}$$

$$I_{ort} = 42,9 t^{-0,253}$$

$$I = 32 t^{-0,253}$$

11 No'lu profil sahasındaki infiltrasyon denklemleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$D = 0,901 t^{0,804}$$

$$I_{ort} = 54,6 t^{-0,196}$$

$$I = 43,46 t^{-0,196}$$

16 No'lu profil sahasındaki infiltrasyon denklemleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır

$$D = 0,148 t^{0,918}$$

$$I_{ort} = 8,88 t^{-0,082}$$

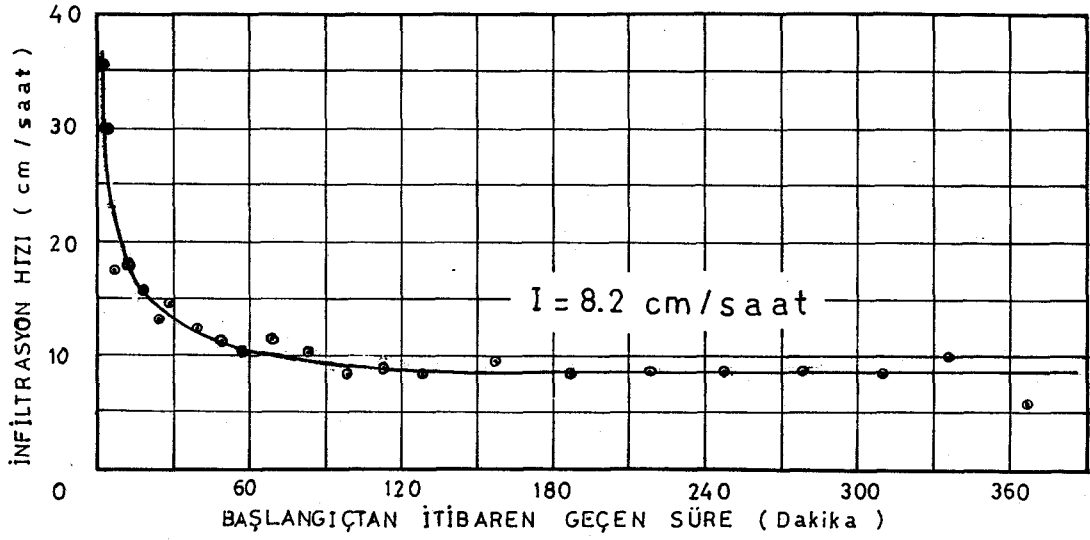
$$I = 8,15 t^{-0,082}$$

17 No'lu profil sahasındaki infiltrasyon testi sonuçlarına göre elde edilen infiltrasyon denklemleri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

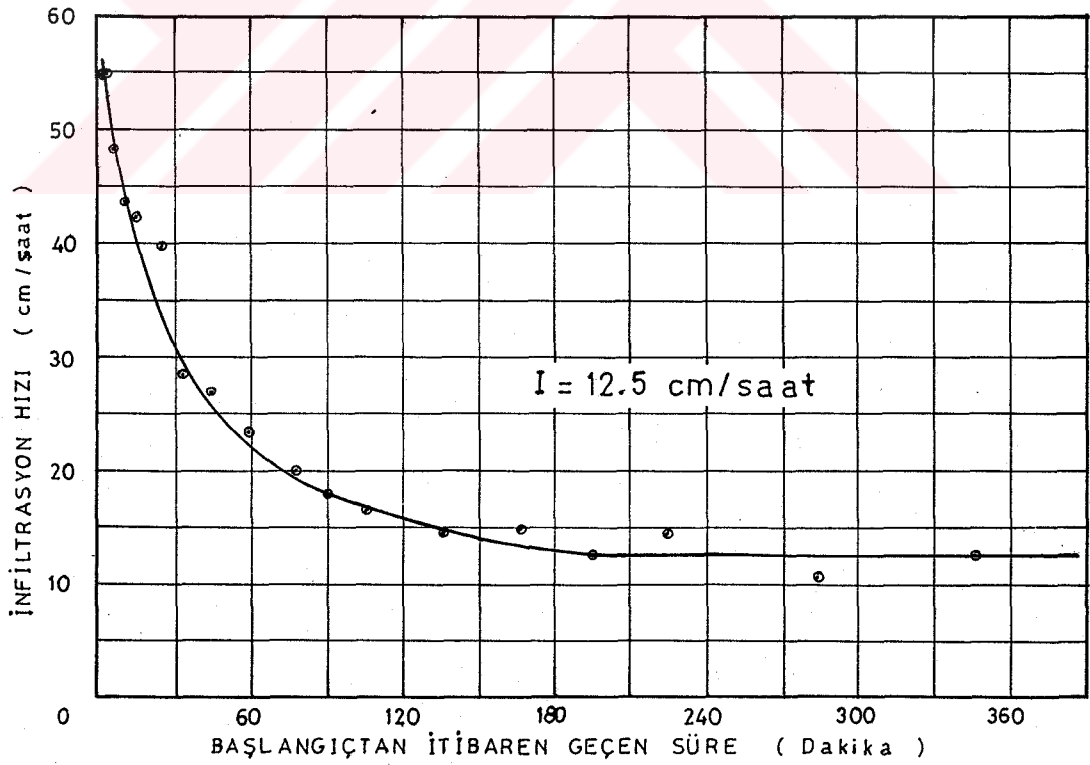
$$D = 0,799 t^{0,639}$$

$$I_{ort} = 47,94 t^{-0,361}$$

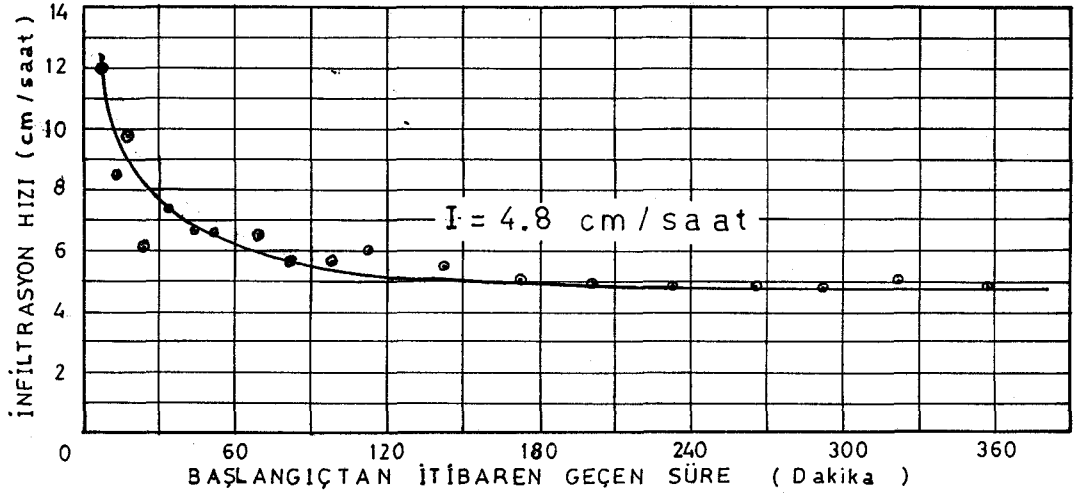
$$I = 30,63 t^{-0,361}$$



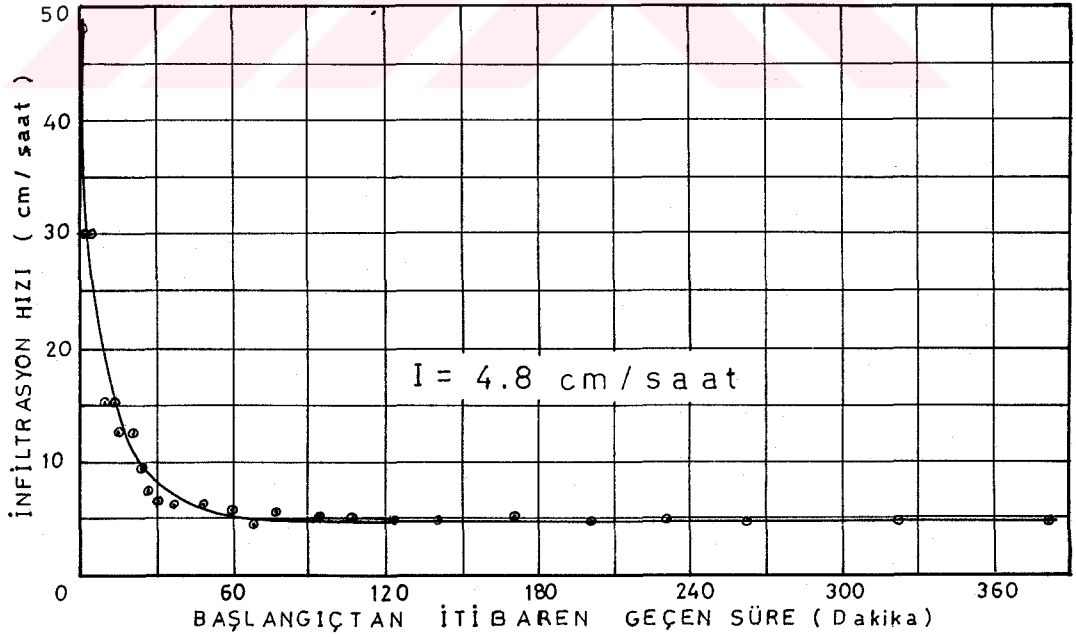
Şekil 4.6 Araştırma alanındaki 8 No'lu profil sahasında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.



Şekil 4.7 Araştırma alanındaki 11 No'lu profil sahasında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.



Şekil 4.8 Araştırma alanındaki 16 No'lu profil sahasında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.



Şekil 4.9 Araştırma alanındaki 17 No'lu profil sahasında infiltrasyon hızı-zaman ilişkisi.

Denklemlerde;

D : Toplam infiltre olan su (cm),

t : Zaman (dakika),

I_{ort} : Ortalama infiltrasyon hızı (cm/saat),

I : Infiltrasyon hızı (cm/saat)'dir.

4.9 Tarla Sulama Randımanları

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası yağmurlama alanlarındaki tarla sulama randımanları Tablo 4.7'de; salma sulama alanlarındaki tarla sulama randımanları ise Tablo 4.8'de verilmiştir.

Yağmurlama sulama alanlarındaki tarla sulama randımanları % 3,0 ile % 76,2 arasında değişmekte olup ortalama % 33,7'dir. Elde edilen en yüksek randıman 11 No'lu profil sahasındadır ve su uygulama süresi 2 saattir. En düşük sulama randımanı ise 14 No'lu profil sahasında tesbit edilmiş olup su uygulama süresi 4 saattir.

Salma sulama alanlarında tesbit edilen tarla sulama randımanları % 12,9 ile % 77,2 arasında değişmekte olup ortalama % 37,9'dur. En yüksek randıman 7 No'lu profil sahasında en düşük randıman ise 11 No'lu profil sahasında tesbit edilmiştir (Tablo 4.8).

Yağmurlama sulamada uygulanan su miktarı değerleri su uygulama süresine bölüldüğünde mm/saat olarak yağmurlama şiddeti bulunur. Bu şekilde hesaplandığında, araştırma sahasında tesbit edilen yağmurlama şiddetinin 6,0 mm/saat ile 34,3 mm/saat arasında değiştiği görülür. Ortalama yağmurlama

Tablo 4.7 Nigde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Yağmurlama Sulama Alanlarında Tarla Sulama Randımanı Hesap Cetveli

Profil No	Ölçüm No	Topraktaki Nem (% Hacim)		Nem Açığı		Uygulanan Su Miktarı (mm)	Su Uygulama Süresi (saat)	Tarla Sulama Randımanı (%)	Yağmurlama Şiddeti (mm/saat)	Ea=%70'e göre Fazla Sulama Süresi (saat)
		Sulamadan Önce	Tarla Kapasitesi	% Hacim	Su Derinliği (mm)					
2	1	17,87	21,74	3,87	15,5	64	4	24,2	16,0	2,6
3	1	32,62	39,62	7,00	28,0	37	4	75,7	9,3	-
5	1	19,86	26,97	7,11	28,4	77	3	36,9	25,7	1,4
7	1	25,72	29,39	3,67	14,7	68	6	21,6	11,3	4,1
	2	19,40		9,99	40,0	78	6	51,3	13,0	1,6
	3	19,48		9,91	39,6	103	4	38,4	25,8	1,8
9	1	22,40	26,77	4,37	17,5	80	5	21,9	16,0	3,4
11	1	13,18	14,95	1,77	7,1	17	2,5	41,8	6,8	1,0
	2	10,43		4,52	18,1	25	2	72,4	12,5	-
	3	13,94		1,01	4,0	30	5	13,3	6,0	4,0
	4	12,81		2,14	8,6	30	5	28,7	6,0	3,0
	5	10,96		3,99	16,0	21	2	76,2	10,5	-
	6	10,42		4,53	18,1	27	2,5	67,0	10,8	0,1
	7	12,18		2,77	11,1	30	5,5	37,0	5,5	2,6
	8	11,52		3,43	13,7	26	4	52,7	6,5	1,0
	9	10,32		4,63	18,5	25	2	74,0	12,5	-
	10	14,06		0,89	3,6	18	2	20,0	9,0	1,4
	11	13,49		1,46	5,8	34	5	17,1	6,8	3,8
	12	12,64		2,31	9,2	47	5	19,6	9,4	3,6
	13	14,18		0,77	3,1	25,5	3	12,2	8,5	2,5
	14	13,18		1,77	7,1	51,5	4	13,8	12,9	3,2
13	1	11,80	21,35	9,55	38,2	59	3	64,7	19,7	0,2
14	1	13,34	13,87	0,53	2,1	70	4	3,0	17,5	3,8
16	1	16,92	17,60	0,68	2,7	35	4	7,7	8,8	3,6
17	1	22,70	34,84	12,14	48,6	141	4	34,5	28,2	2,5
18	1	13,49	14,42	0,93	3,7	41	4	9,0	10,3	3,5
19	1	12,49	15,59	3,10	12,4	77	5	16,1	15,4	3,8
	2	11,68		3,91	15,6	70	4	22,3	17,5	2,7
	3	10,24		5,35	21,4	125	5	17,1	25,0	3,8
	4	15,78		-	-	60	2,5	-	24,0	*
	5	11,35		4,24	17,0	103	3	16,5	34,3	2,3
20	1	21,17	25,60	4,43	17,7	47	4	37,7	11,8	1,9

Ort. :14,2

* Gereksiz sulama

şiddeti 14,2 mm/saat olarak hesaplanmıştır.

4.10 Aktüel Evapotranspirasyon

Uygulamada evapotranspirasyonun bitki su tüketimi olarak kabul edildiği daha önce belirtilmişti. Araştırma sahasında bitki su tüketimi hakkında bir fikir edinebilmek için 7 ve 17 No'lu profil sahalarında nem azalması takip edilmek suretiyle aktüel (gerçekleşen) evapotranspirasyon hesaplanmıştır. 40,50 ve 60 cm kök derinlikleri için aktüel evapotranspirasyon değerleri Tablo 4.9'da görülmektedir.

4.11 İstatistikî Analiz Sonuçları

Araştırma sahası topraklarında 40 cm kök derinliği için % kum, % kil, % silt değerleri ile tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su nem yüzdeleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.10-4.18'de verilmiştir. Tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su nem yüzdelerinin birbirleriyle olan ilişkileri ise Şekil 4.19- 4.21'de verilmiştir. Şekillerde verilen tahmin doğruları, hesaplanan regresyon denklemleri yardımıyla çizilmiştir.

% Kum, % kil ve % silt değerleri ile tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su nem yüzdeleri arasındaki çoklu ilişkiler bilgisayar yardımıyla analiz edilmiş olup, söz konusu ilişkilerle ilgili çoklu regresyon denklemlerine ait değerler ile çoklu korelasyon katsayıları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Yukarıda söz konusu edilen analizlerde istatistikî olarak 0.01 hata seviyesinde önemli ilişkiler bulunmuştur ($P < 0.01$).

Tablo 4.8 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Salma Sulama Alanlarında Tarla Sulama Randımanı Hesap Cetveli

Profil No	Ölçüm No	Topraktaki Nem (% Hacim)		Nem Açığı		Uygulanan Su Miktarı (mm)	Su Uygulama Süresi (saat)	Tarla Sulama Randımanı (%)
		Sulamadan Önce	Tarla Kapasitesi	% Hacim	Su Derinliği (mm)			
6	1	13,34	23,86	10,52	42,1	87	11	48,4
	2	20,36		3,5	14,0	53	4,5	26,4
7	1	18,61	29,39	10,78	43,1	78	2,5	55,3
	2	17,26		12,13	48,5	143	2,5	33,9
	3	19,73		9,66	38,6	50	4	77,2
8	1	17,96	24,30	6,34	25,4	100	3	25,4
	2	18,89		5,41	21,6	59	1,5	36,6
11	1	11,72	14,95	3,23	12,9	100	19	12,9
12	1	8,23	13,25	5,02	20,1	44	7	45,7
13	1	17,33	21,35	4,02	16,1	64	1	25,2
19	1	6,82	15,59	8,77	35,1	120	16	29,3

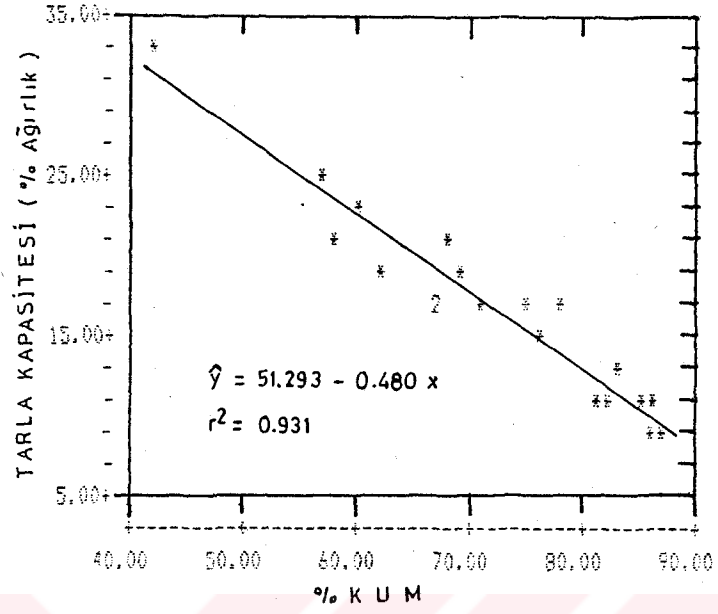
Tablo 4.9 Niğde-Misli Ovası Araştırma Sahasında Tesbit edilen Aktüel Evapotranspirasyon (mm/gün)

Profil No	Kök Derinlikleri			Açıklama
	40 cm	50cm	60cm	
7	10,8	12,2	13,6	26-28 Ağustos 1988 günleri içinde toprak örnekleri alınarak nem tayini yapılmıştır.
17	7,2	8,1	8,9	

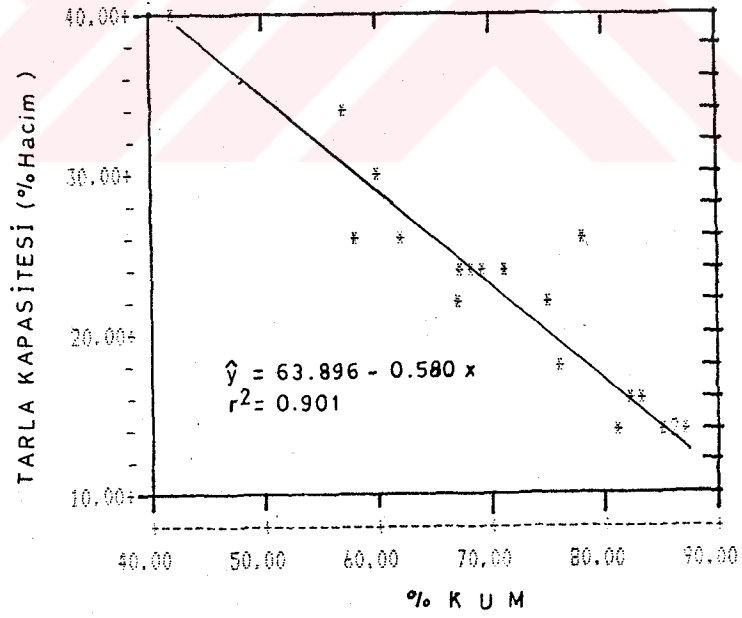
Tablo 4.10 Araştırma Sahası Topraklarında 40 cm Kök Derinliği İçin Tekstür Değerleri İle Bazı Karakteristik Nem Değerleri Arasındaki Çoklu İlişkiler

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken	b	a	Çoklu r
% Kum % Kil % Silt	Tarla Kapasitesi (% Ağırlık)	0,0327 0,5274 0,4970	$5,00 \times 10^{-13}$	0,9930
% Kum % Kil % Silt	Tarla Kapasitesi (% Hacim)	0,0566 0,7782 0,4851	0,00	0,9916
% Kum % Kil % Silt	Solma Noktası (% Ağırlık)	0,0040 0,3907 0,2425	$-4,00 \times 10^{-13}$	0,9844
% Kum % Kil % Silt	Solma Noktası (% Hacim)	0,0132 0,5559 0,2283	$-1,10 \times 10^{-12}$	0,9839
% Kum % Kil % Silt	Faydalı Su (% Ağırlık)	0,0287 0,1366 0,2545	$4,00 \times 10^{-13}$	0,9913
% Kum % Kil % Silt	Faydalı Su (% Hacim)	0,0434 0,2223 0,2568	$2,00 \times 10^{-13}$	0,9892

Not: Tablodaki değerlerin yardımıyla çoklu regresyon denklemi; $\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$ olarak elde edilir (x_1 : % Kum, x_2 : % Kil, x_3 : % Silt).

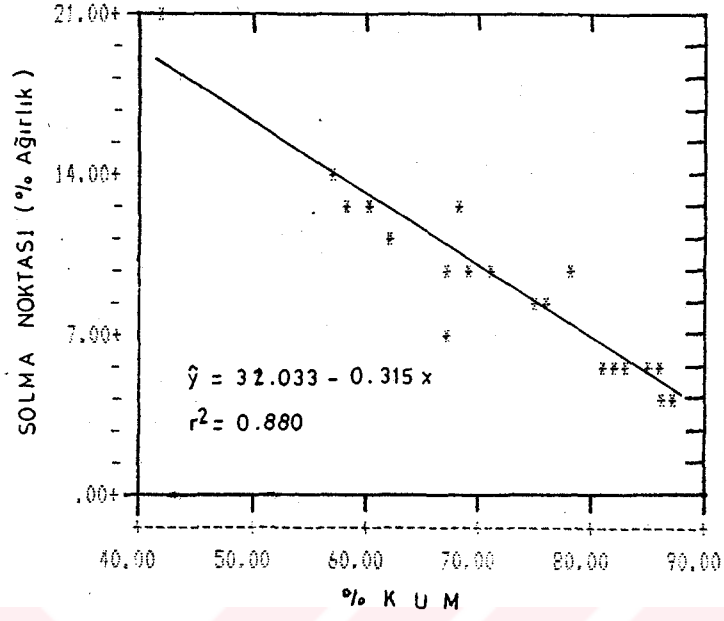


(a)

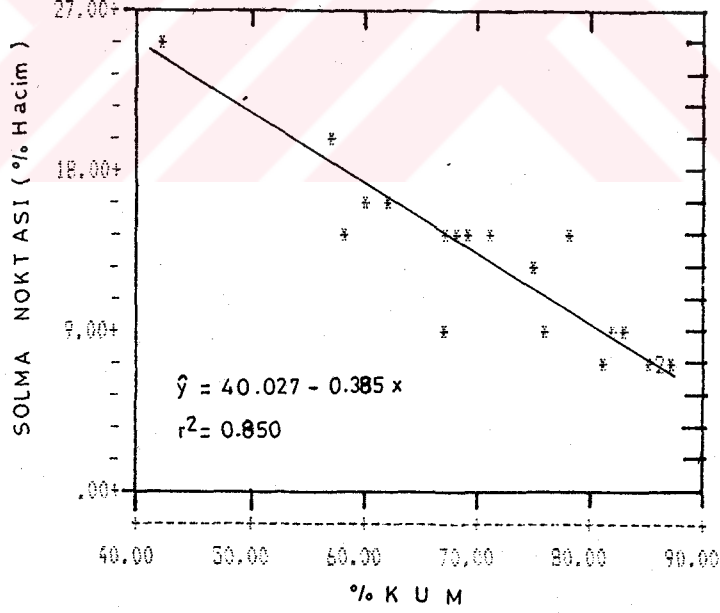


(b)

Şekil 4.10 % Kum değeri ile tarla kapasitesi nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

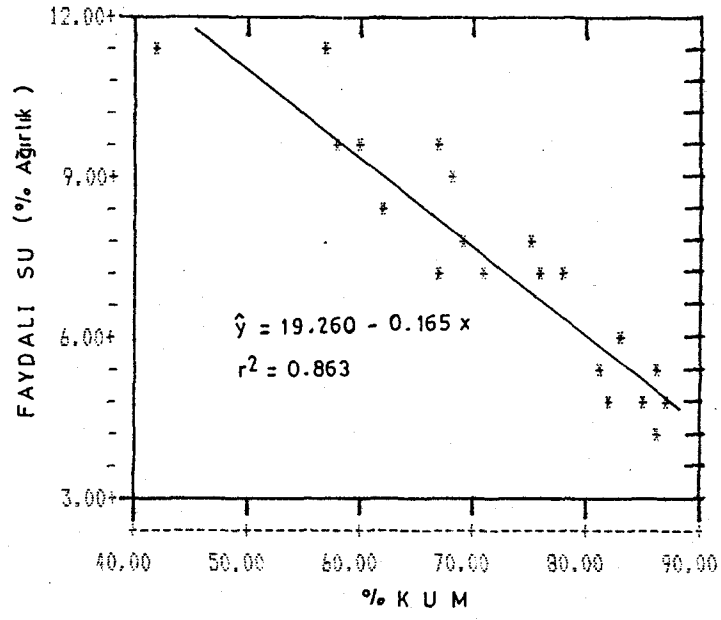


(a)

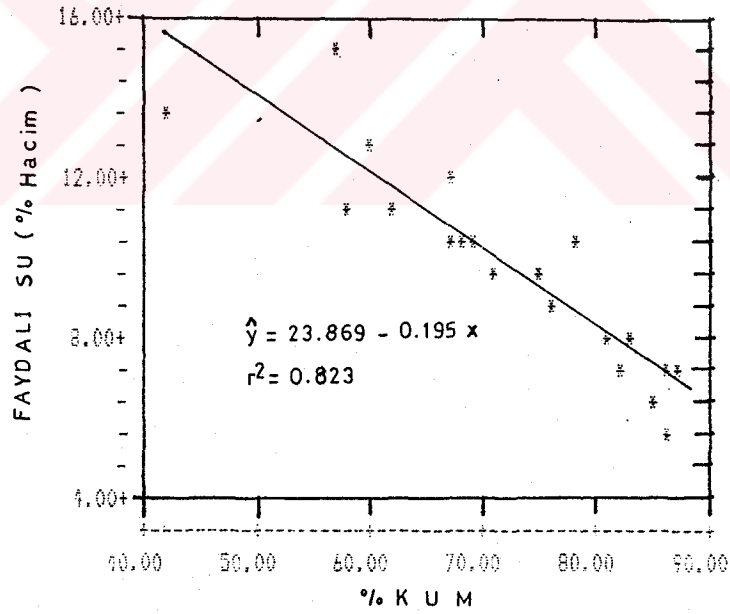


(b)

Şekil 4.11 % Kum değeri ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

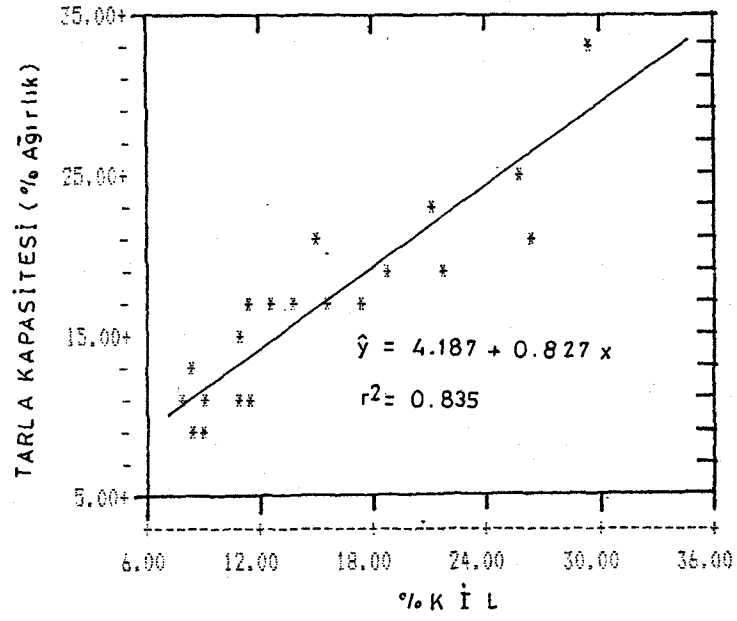


(a)

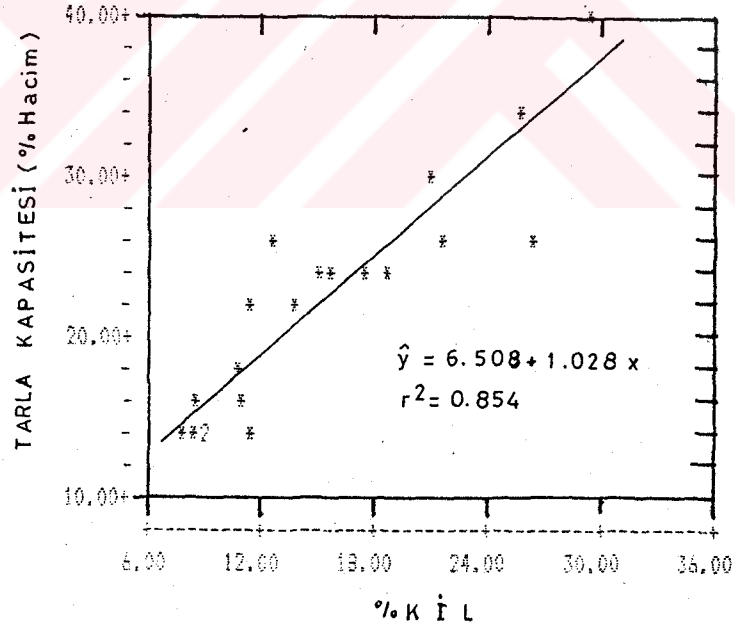


(b)

Şekil 4.12 % Kum değeri ile faydalı su nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

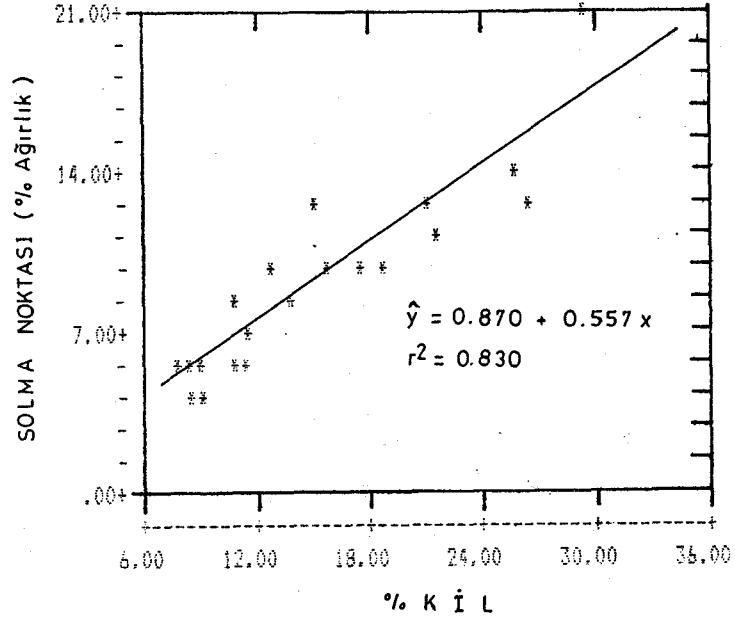


(a)

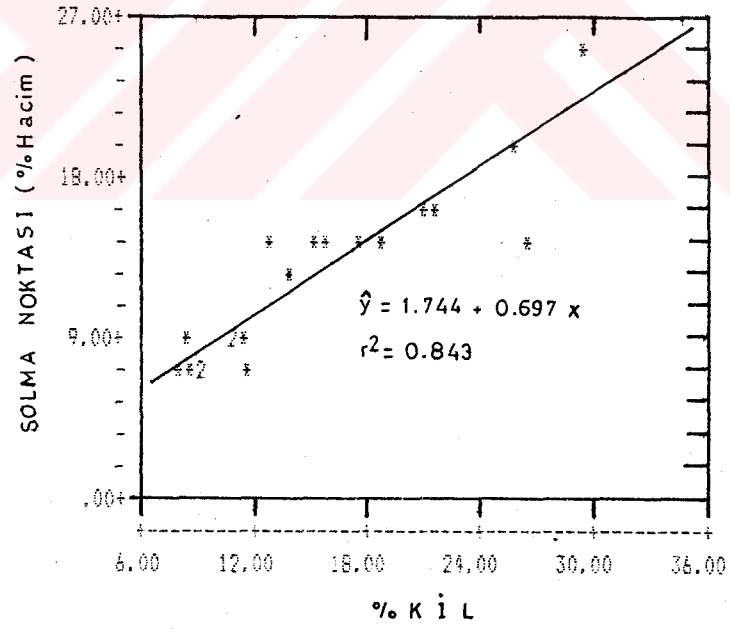


(b)

Şekil 4.13 % Kil değeri ile tarla kapasitesi nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

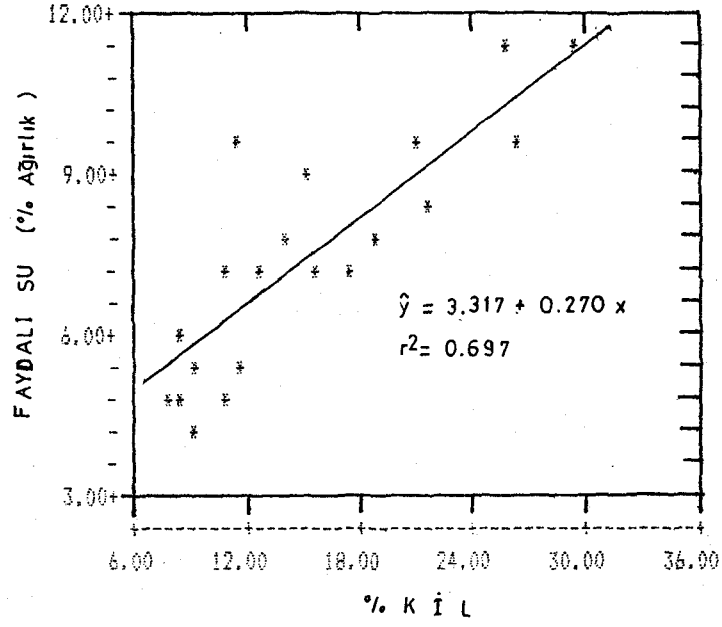


(a)

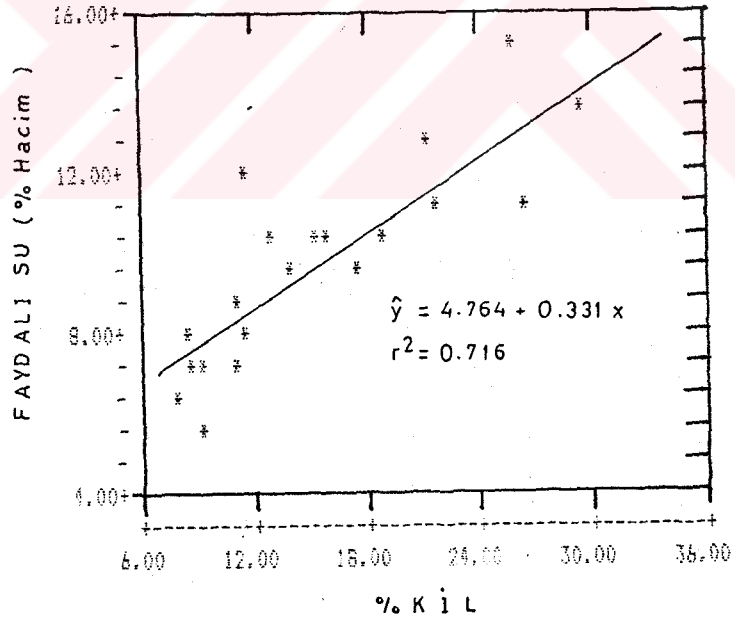


(b)

Şekil 4.14 % Kil değeri ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

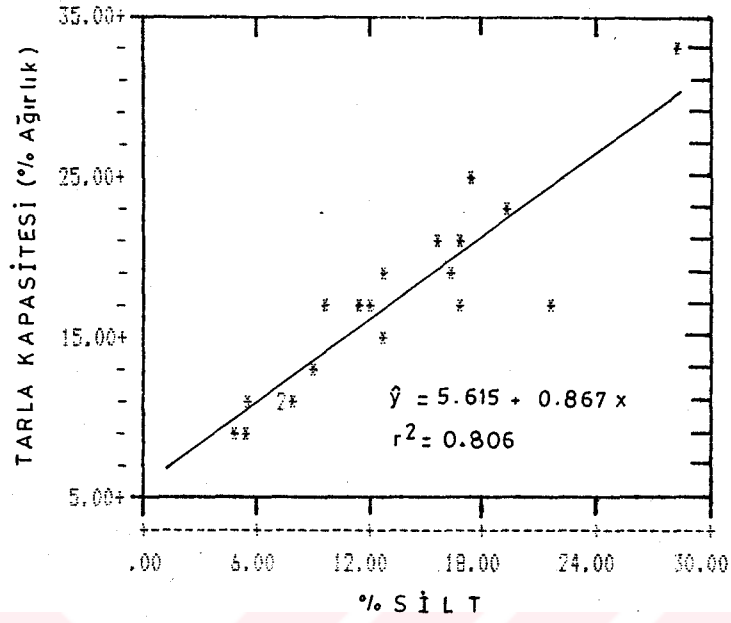


(a)

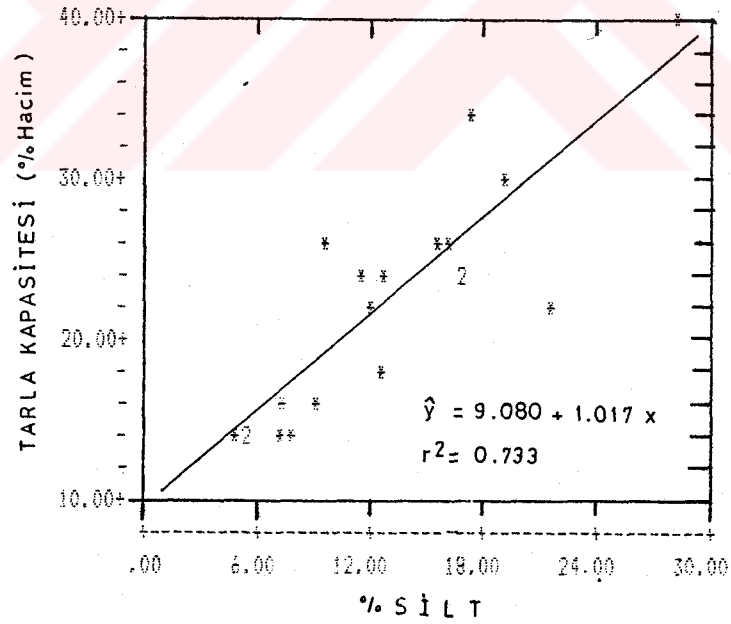


(b)

Şekil 4.15 % Kil değeri ile faydalı su nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

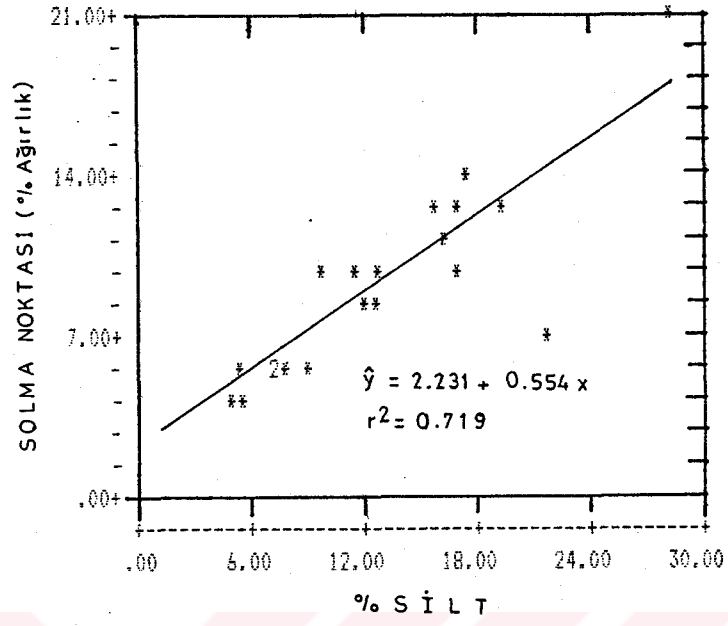


(a)

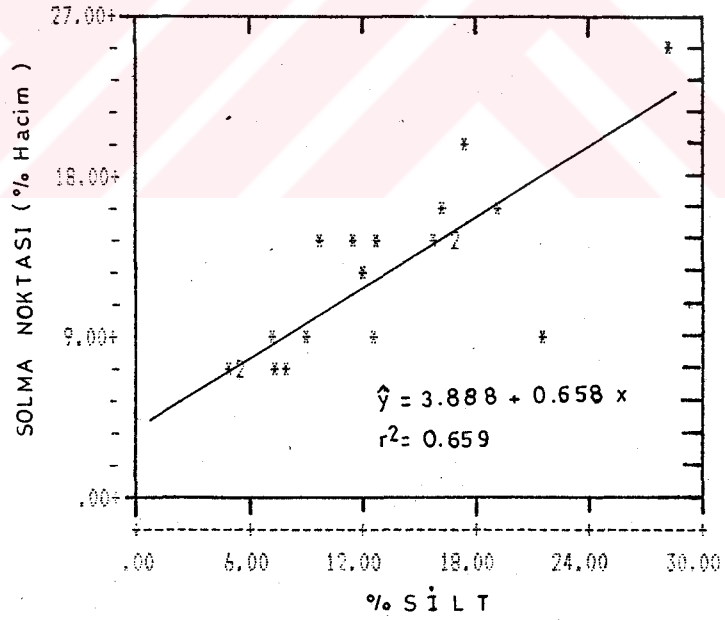


(b)

Şekil 4.16 % Silt değeri ile tarla kapasitesi nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

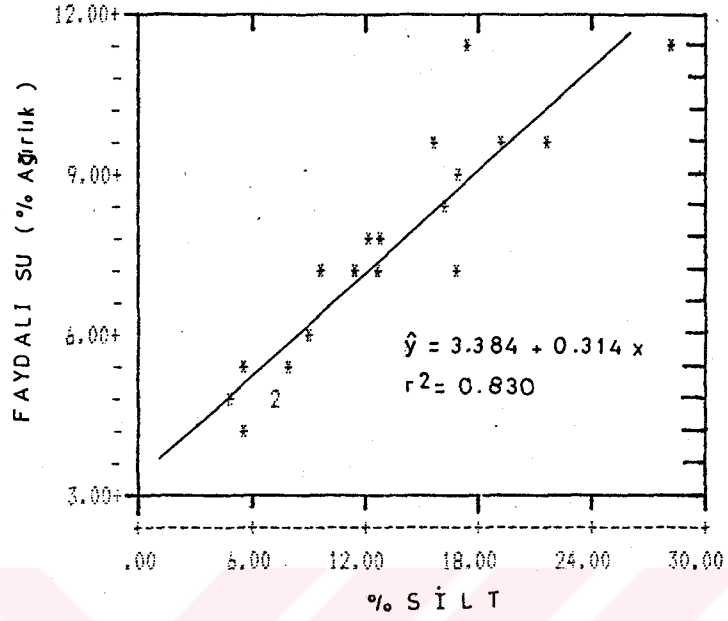


(a)

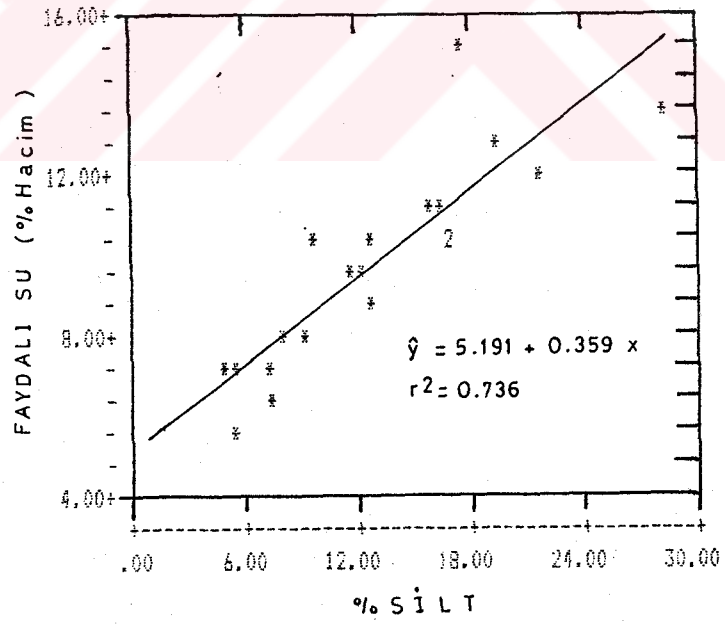


(b)

Şekil 4.17 % Silt değeri ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

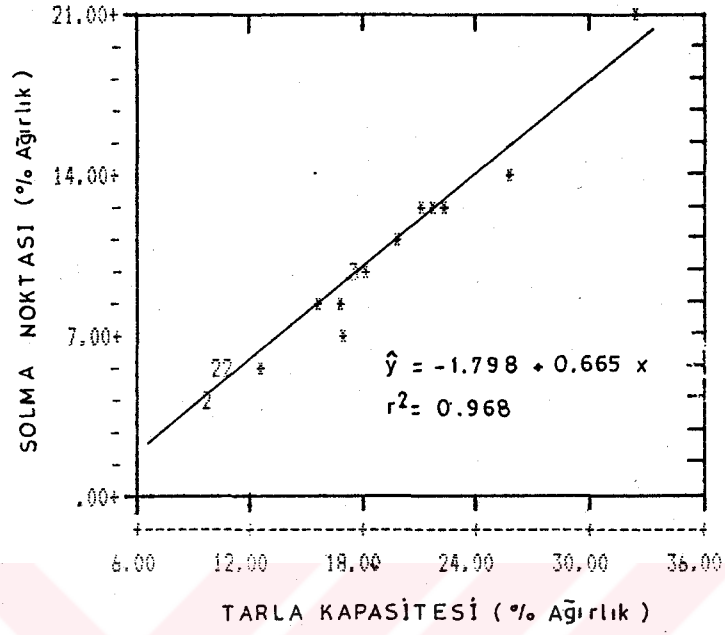


(a)

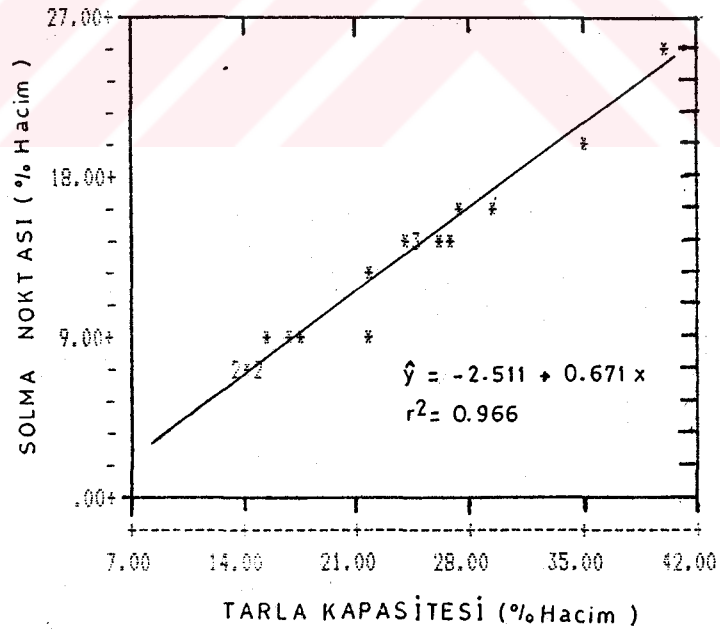


(b)

Şekil 4.18 % Silt değeri ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

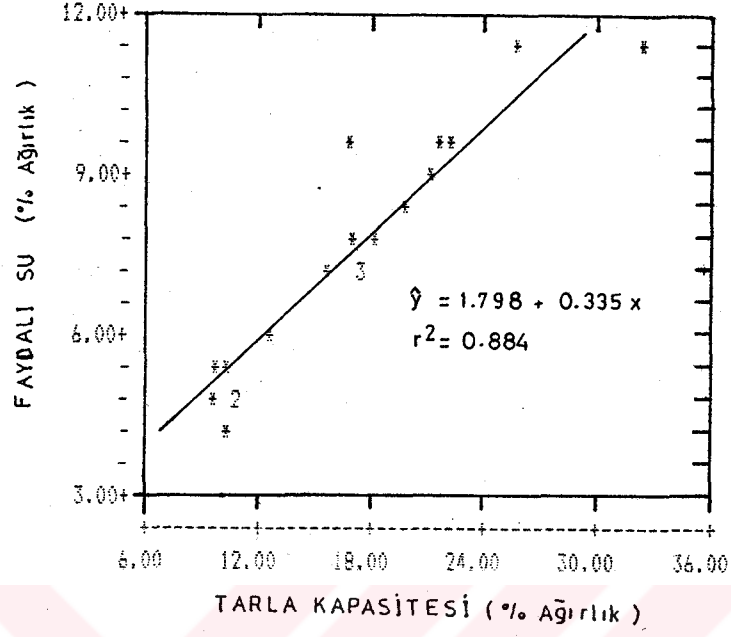


(a)

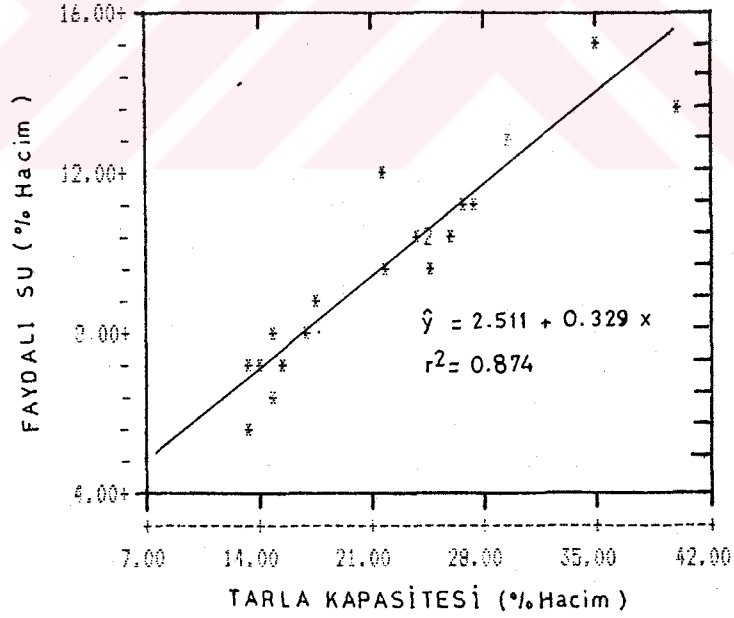


(b)

Şekil 4.19 Tarla kapasitesi ile solma noktası nem yüzdesi arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

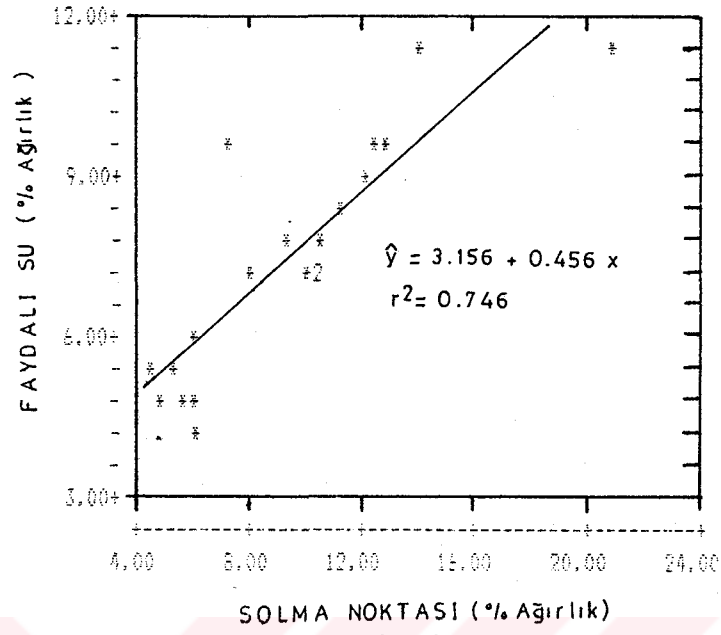


(a)

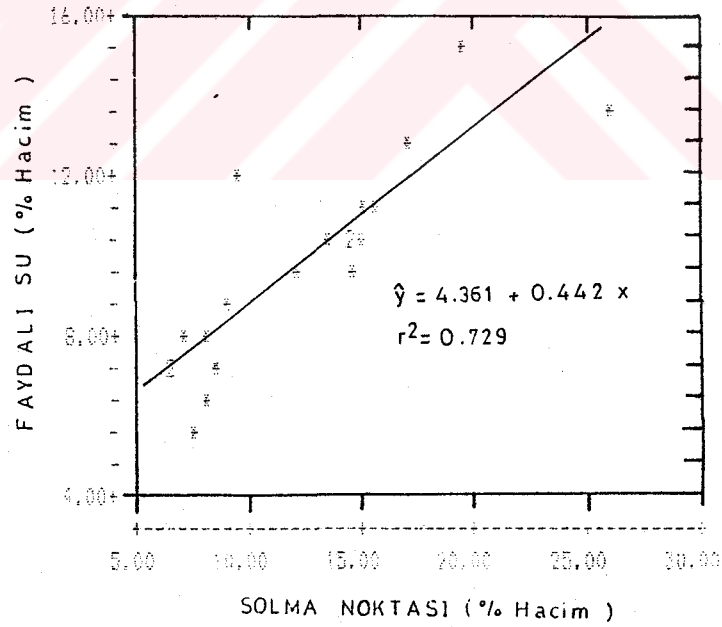


(b)

Şekil 4.20 Tarla kapasitesi nem yüzdesi ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).



(a)



(b)

Şekil 4.21 Solma noktası nem yüzdesi ile faydalı su arasındaki ilişki (a: % Ağırlık, b: % Hacim olarak).

5. SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

Bitki yetişmesi açısından toprakların kimyasal özelliklerinin büyük bir önemi vardır. Çünkü bitkilerin istekleri farklı farklıdır. Verimli bir üretim için toprak özelliklerinin bitki isteklerine uygun olması gerekir.

Tablo 4.1'de araştırma sahası toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde görüleceği gibi toprakların saturasyon ekstraktlarında pH değerleri 7,67 ile 8,46 arasında değişmektedir. Yani toprak reaksiyonu kalemvidir. Elektrikî iletkenlik (25°C de), saturasyon ekstraktında 362 ile 2442 micromhos/cm arasında değişmekte olup bu sonuçlara göre araştırma sahası topraklarının tuzluluk probleminin olmadığı söylenebilir. Kireç miktarı profillerin farklı kat derinliklerinde % 0,1 ile % 16,9 arasında değişmekte olup kök bölgesinde kireç miktarının alt katlardan daha az olmasının sebebi yıkanma olabilir. Alınan toprak örneklerinde organik madde miktarı % 0,07 ile % 1,39 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı azdır.

Bitkinin beslenmesi için gerekli maddeleri yeterince ihtiva eden bir toprak, "kimyasal açıdan verimli" kabul edilmekle birlikte bu yalnız başına bitkinin gelişmesine yetmez. Bitkinin geliştiği bir ortam olarak toprağın yarayırlılığı, yalnızca kimyasal besin maddelerinin varlığı ve miktarı ile ilgili olmayıp aynı zamanda toprağın fiziki yapısına bağlı olarak hava ve suyun topraktaki hareketine ve termal rejime bağlıdır. İdeal şartlarda toprak yeteri derecede gevşek ve dağılıbilir olmalı, kök gelişmesine herhangi bir mekanik

engelleme yapmamalıdır. Toprak gözenekleri bitki için gerekli hava ve suyu tutacak ve hareket ettirecek miktar, hacim ve dağılışıta olmalıdır. Bu durumda "Kimyasal Verimlilik" teriminin yanı sıra "Fiziksel Verimlilik" terimi de önem kazanmaktadır (Munsuz, 1982). Bu ifadelerden anlaşılacağı gibi sulamada toprağın "Fiziksel Verimliliği" önemli olmaktadır.

Araştırma sahası toprak örneklerinin fiziksel özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Tablodan toprakların tekstürleri incelendiğinde genel olarak kaba bünyeli oldukları görülür. Hakim tekstür sınıfı kumlu tın (SL)'dir. Toprakların kaba bünyeli olması patates bitkisinin kök ve yumru gelişimi için uygun bir ortam sağlamaktadır. Ancak kaba bünyeli toprakların su tutma kabiliyetlerinin düşük olması bir dezavantajdır.

2 mm'lik elekten üzerinde kalan materyal kaba materyal olarak değerlendirilmiştir. Ağırlık yüzdesi olarak kaba materyal değeri farklı profillerde ve aynı profilin farklı derinliklerinde değişiklik göstermektedir. Genel olarak derinlikle kaba materyal değerinin arttığı görülmektedir. Kaba materyal en fazla 14 No'lu profilin 30-60 cm derinliğinde % 37.7 oranında; en az da 17 No'lu profilin 30-60 cm derinliğinde % 2,0 oranında bulunmaktadır.

Toprakların özgül ağırlıkları $2.60-2.75 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmekte olup ortalama $2,65 \text{ g/cm}^3$ olarak kabul edilebilir. Bununla beraber bazen magnetit, epidot, zirkon, turmalin ve hornblend gibi ağır minerallerin toprağın yapısına yüksek oranda karışmasıyla özgül ağırlık $2,65$ 'i geçebilir. Ayrıca toprağın çok fazla organik madde ihtiva etmesi durumunda özgül

ağırlık 2,40'a kadar düşebilir (Ergene, 1982). Bu kıstaslar içinde incelendiğinde araştırma sahası toprak örneklerinde tesbit edilen en yüksek özgül ağırlık değeri olan $2,82 \text{ g/cm}^3$ değerinin, toprağın yapısında bulunan ağır minerallerden kaynaklandığı söylenebilir. En düşük özgül ağırlık değeri olan $2,40 \text{ g/cm}^3$ değerinin ise organik madde miktarıyla ilgisi bulunmamaktadır; çünkü organik madde miktarı azdır. Özgül ağırlığın düşük çıkması, toprağı meydana getiren ana materyalin tuf gibi hafif materyal olmasından ileri gelebilir.

Toprakların hacim ağırlığı; bünye, strüktür, organik madde miktarı, nem miktarı, sıkışma durumu ile bitki örtüsü ve toprak idaresi gibi faktörlerin etkisi altındadır. Hacim ağırlığı kaba bünyeli topraklarda $1,20-1,80 \text{ g/cm}^3$ ve ince bünyeli topraklarda ise $1,00-1,60 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir (Akalan, 1968). Araştırma sahası topraklarında hacim ağırlığı $1,02$ ile $1,79 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmekte olup literatürde verilen sınırlar içerisinde bulunmaktadır.

Porozite, toprağın su ve hava düzeni etkileyen bir faktördür. Özdengiz'in (1970) Luthin'den bildirdiğine göre kumlu topraklarda porozite % 35-50 kadar ve killi topraklarda ise % 40-60 kadar olabilmektedir. Tarım toprakları için % 50 porozite ideal kabul edilmektedir. Araştırma sahası toprak örneklerinde porozite değerleri % 35,6 ile % 62,1 arasında değişmekte olup genel olarak % 50 civarındadır. Bu duruma göre araştırma sahası topraklarının, havalanma ve dahili drenaj yönünden problem çıkarmayacağı söylenebilir.

Araştırma sahası topraklarının ağırlık esasına göre hava kurusu nemi % 0,60 ile % 7,95 arasında değişmektedir. 3 No'lu profile ait toprak örneklerinin hava kurusu nem yüzdeleri diğer örneklere göre daha yüksektir. Bunun sebebi kil yüzdesi olabilir. 3 No'lu profile ait toprak örneklerinde kil yüzdesi diğer örneklere göre daha fazladır. Bilindiği gibi kil zerrelerinin, fiziksel ve kimyasal yönden aktiviteleri fazladır.

Demiralay'ın (1981) Black'ten bildirdiğine göre doymuş topraklarda geçirgenlik sınıfı ve buna tekabül eden hidrolik geçirgenlik değerleri aşağıdaki gibidir:

Çok yavaş	: <0,125 cm/saat
Yavaş	: 0,125-0,5 cm/saat
Orta yavaş	: 0,5-2,0 cm/saat
Orta	: 2,0-6,25 cm/saat
Orta hızlı	: 6,25-12,5 cm/saat
Hızlı	: 12,5-25,0 cm/saat
Çok hızlı	: >25,0 cm/saat

Bozulmamış toprak örneklerinde tayin edilen hidrolik iletkenlik değerleri 0,99 ile 16,98 cm/saat arasında değişmekte olup verilen sınıflandırmaya göre araştırma sahası topraklarının tamamının hidrolik iletkenliği Orta yavaş'tan yüksektir. Bu duruma göre araştırma sahası topraklarının, hidrolik iletkenliklerinden dolayı bir drenaj problemi çıkarılmayacağı söylenebilir. Hidrolik iletkenlik değerinin yüksek

olması, fazla su uygulamalarının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktadır. Fazla su kolayca derinlere süzülerek bitki kök bölgesini terketmekte ve dolayısıyla bitki köklerinin havasız kalması söz konusu olmamaktadır.

Toprakların saturasyon yüzdeleri daha çok bünye ile ilgilidir. Saturasyon yüzdeleri kaba bünyeli topraklarda düşük, ağır bünyeli topraklarda yüksektir. Araştırma sahası topraklarının saturasyon yüzdeleri % 21 ile % 72 arasında değişmektedir, En düşük saturasyon yüzdesi (% 21) 15 No'lu profilin 90-120 cm kat derinliğinden alınan toprak örneğinde ortaya çıkmış olup bu toprak katında tekstür sınıfı "kum" dur. En yüksek değer (% 72) ise 3 No'lu profilin 40-60 cm kat derinliğinde görülmekte olup tekstür sınıfı "kumlu killi tın"dır.

Bitki yetişmesi açısından sulama suyu kalitesinin uygun olması gerekmektedir. Her su, sulamada kullanılmamaktadır. Araştırma sahası arazilerinde kullanılan sulama sularının pH değerleri 7,71 ile 8,39 arasında; elektriki iletkenlikleri 291 ile 849 micromhos/cm arasında; sodyum adsorbsiyon oranları (SAR) 0,47 ile 1,73 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre söz konusu sulama sularının, sulama suyu sınıfı genellikle tuzluluk yönünden 2. sınıf, sodyum zararı yönünden 1. sınıftır (T₂A₁). Tablo 4.3 incelendiğinde görüleceği gibi bor miktarı ve diğer iyonların miktarı uygun sınırlar içerisindedir. Bu sonuçlara göre araştırma sahasında kullanılan sulama suları tarımda emniyetle kullanılabilir niteliktedir.

Araştırma sahası toprak örneklerinde farklı tansiyonlar-

da tutulan nem yüzdeleri laboratuvarında tesbit edilmiş olup değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Ayrıca bu değerlerden yararlanarak değişik kök derinliklerinde tutulan nem miktarları ve gözeneklerin (porların) büyüklüklerine göre dağılışı hesaplanmıştır (Tablo 4.5 ve 4.6). Tablolar incelendiğinde, farklı profillerdeki toprakların su tutma kapasitelerinin farklı olduğu görülür. Hacim esasına göre tarla kapasitesinde tutulan nem % 10,06 ile % 49,31 arasında; solma noktasında ise % 4,57 ile % 32,15 arasında değişmektedir. Toprak bünyesi ağırlaştıkça su tutma kapasitesinin arttığı görülmektedir. Ancak belirli bir tansiyonda su tutma kapasitesinin yüksek olması sulama açısından yeterli bir fikir vermemektedir. Sulamada önemli olan, faydalı su kapasitesinin yüksek olmasıdır. Tablo 4.6 incelendiğinde görüleceği gibi 40 cm kök derinliğinde faydalı su miktarı hacim esasına göre % 5,53 ile % 15,56 arasında değişmektedir. Faydalı su miktarları incelendiğinde dikkati çeken husus, su tutma kapasitesi yüksek olan toprakların faydalı su kapasitelerinin aynı oranda yüksek olmadığıdır. Çünkü bu toprakların tarla kapasiteleri yüksek olmakla birlikte solma noktasındaki nem muhtevaları da yüksek olduğundan faydalı su kapasiteleri aynı oranda yüksek değildir.

Toprakların maksimum su tutma kapasitesi doygun durumda ihtiva ettikleri nem yüzdesine eşittir ki, bu değer teorik olarak poroziteye tekabül eder. Bu açıdan incelendiğinde, % kil değerleri diğerlerine göre daha fazla olan 3, 17 ve 20 No'lu profillere ait toprakların, özellikle düşük tansiyonlarda tut-

tukları nem porozite değerlerinden fazla görünmektedir (Tablo 4.4). Bir çelişki gibi görülen bu husus, söz konusu toprakların ihtiva ettikleri kil tipinden dolayı meydana gelen "Şişme" den kaynaklanmaktadır. Şişme özelliğine sahip toprakların poroziteleri değişik nem seviyelerinde farklılık göstermektedir. Söz konusu toprakların porozite değerleri de nispeten düşük nem seviyelerinde tesbit edilmiştir.

Araştırma sahası topraklarının 40 cm kök derinliğinde büyük gözenekler, (porlar) % 13,36 ile % 38,35 arasında, orta gözenekler % 5,53 ile % 15,56 arasında, küçük gözenekler ise % 6,33 ile % 25,75 arasında değişmektedir. Bitkilerin kullanabileceği su orta gözeneklerde tutulmaktadır. Büyük gözenek miktarının fazla olması suyun tutulmayarak derinlere doğru kolayca hareket edebileceğini gösterir. Büyük gözenek miktarının en fazla olduğu 12 No'lu profilde faydalı su kapasitesinin en az olması (% 5,53) bu görüşü desteklemektedir.

pF egrileri, toprakların nem muhtevaları hakkında bilgi edinilmesi ve mukayase edilmesinde kullanılan karakteristik egrilerdir. Araştırma sahası topraklarında 40 cm kök derinliği için pF egrileri Şekil 4.1-4.5'teki grafiklerde verilmiştir. Söz konusu şekillerde verilen grafiklerde tarla kapasitesi ($pF=2,54$) ve solma noktası ($pF=4,20$) değerleri kesik çizgiler halinde belirtilmiştir. Bu çizgilerin pF egrisini kestigi noktalardan apsise dikler inip arasındaki fark alındığında bu değer, hacim yüzdesi olarak, o toprak için faydalı su kapasitesini verir. Bu aynı zamanda orta gözeneklerin yüzde olarak miktarıdır. Aynı özelliklere sahip toprakların pF egrileri birbiriyle mukayese edildiğinde farklılıklar kolayca göze

çarpır. Kaba bünyeli bir toprakla ağır bünyeli bir toprağın pF eğrileri birbirinden hayli farklıdır. % kil değeri fazla olan 3 ve 7 No'lu profillere ait toprakların pF eğrileri % kum değeri fazla olan 10 ve 11 No'lu profillere ait toprakların pF eğrilerinden oldukça farklıdır.

Sulama metodlarının plânlanmasında esas olan karık, parsel veya tavalara verilecek debilerin, akış uzunluklarının, parsel ve tava boyutlarının ve bitki kök bölgesinde gerekli suyun depo edilmesi için gerekli zamanın (sulama süresi) hesaplanmasında toprakların infiltrasyon hızları en önemli bir faktördür (Criddle ve ark.1956; Alagöz, 1957). Toprakların infiltrasyon hızlarına göre sınıflandırılması Tablo 5.1'de verilmiştir.

Araştırma sahasında 8,11,16 ve 17 No'lu profillerin temsil ettiği arazilerde yapılan infiltrasyon testlerinde minimum infiltrasyon hızları sırayla 8,2 cm/saat, 12.5 cm/saat, 4,8 cm/saat ve 4,8 cm/saat bulunmuştur (Şekil 4.6-4.9). Tablo 5.1'deki infiltrasyon sınıflarına göre infiltrasyon hızları yüksek ve çok yüksektir.

Araştırma sahası topraklarının hidrolik iletkenliklerinin ve infiltrasyon hızlarının yüksek olması tarla sulama kayıplarını artırmaktadır. Infiltrasyon hızının yüksek olması özellikle salma sulamada su kayıplarının artmasına sebep olmaktadır. Suyun ilerleme hızı yavaş olmakta, dolayısıyla su uygulama süresi ve uygulanan su miktarı birim alan için artmaktadır. Bu da tarla sulama randımanını düşürmektedir. Sonuçta, pahalı yeraltısuyu işletmeciliğinin yapıldığı yörede uygulanan fazla su maliyeti artırmaktadır. Infiltrasyon hızının

yüksek olduğu arazilerde kontrollü su vermenin mümkün olduğu yağmurlama sulama metodu tavsiye edilmektedir. Araştırma sahasında uygulanan sulama metodu çoğunlukla yağmurlama sulama metodudur.

Nigde-Misli Ovası araştırma sahasında yağmurlama sulama alanlarında tarla sulama randımanları % 3,0 ile % 76,2 arasında değişmekte olup ortalama % 33,7'dir (Tablo 4.7). Yağmurlamada sulama süreleri 2 ile 7 saat arasında, sulama aralıkları ise 4-6 gün arasında değişmektedir. Bir ölçümde, su ihtiyacı olmadığı halde sulama yapıldığı tesbit edilmiştir. Yağmurlama şiddetleri 6,0 ile 34,3 mm/saat arasında değişmekte olup ortalama 14,2 mm/saat'tir. Araştırma sahasında tesbit edilen minimum infiltrasyon hızının 4,8 cm/saat olduğu göz önünde tutulursa yağmurlama şiddetlerinin uygun sınırlar içerisinde olduğu söylenebilir. Çünkü genel prensip, yağmurlama şiddetinin infiltrasyon hızından fazla olmamasıdır.

Salma sulama alanlarında tarla sulama randımanları % 12,9 ile % 77,2 arasında değişmekte olup ortalama % 37,9'dur (Tablo 4.8). Su uygulama süreleri parselin büyüklüğüne ve su debisine bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Tesbit edilen tarla sulama randımanları, olması gereken sınır değerlerinden düşüktür. Ekonomik bir sulama için tarla sulama randımanlarının % 60-70'ten az olmaması arzu edilir.

Nigde ilinde patates bitkisinin maksimum su tüketimi Temmuz ayında olup günlük ortalama değer olarak yaklaşık 7 mm'dir (Tablo 2.2). Araştırma sahasında tesbit edilen aktüel evapotranspirasyon (gerçekleşen bitki su tüketimi) değerleri Ağustos ayında 40 cm kök derinliği için 7,2 mm ve 10,8 mm bu-

lunmuştur (Tablo 4.9). Bu değerler, daha büyük kök derinlikleri için daha da artmaktadır. Bu veriler, araştırma sahasında patates bitkisinin su tüketiminin bir hayli yüksek olduğunu gösterir.

Istatistikî analiz sonuçlarına göre Niğde-Misli Ovası araştırma sahası topraklarının tekstür değerleri ile karakteristik nem sabite değerleri arasında 0.01 hata seviyesinde önemli ilişki vardır. İkili ilişkilerde % kum değeri ile söz konusu nem yüzdeleri arasında negatif bir ilişki; % kil ve % silt değerleri ile aralarında pozitif bir ilişki vardır. Ayrıca ağırlık esasına göre nem yüzdelerinde, hacim esasına nazaran daha kuvvetli bir ilişki vardır (Şekil 4.10-4.21). Tekstür değerleri ile karakteristik nem yüzdeleri arasında çoklu ilişkiler incelendiğinde 0.01 hata seviyesinde kuvvetli ilişkiler olduğu görülür (Tablo 4.10). Kısmî korelasyon değerlerine göre (b_1 , b_2 , b_3) bağımsız değişkenlerin önem sıraları % kil, % silt ve % kum şeklinde olup ilişkiler pozitifdir. Diğer bir ifade ile, araştırma sahası topraklarının su tutma kapasitelerini etkileyen tekstür değerlerinden en

Tablo 5.1 Toprakların İnfiltrasyon Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Brecki ve ark.)

Infiltrasyon Sınıfı	Infiltrasyon Hızı (cm/saat)
Çok düşük	<0,006
Düşük	0,006-0,03
Yavaş	0,03-0,12
Orta	0,12-0,6
Orta yüksek	0,6-3,0
Yüksek	3,0-12,0
Çok yüksek	>12,0

önemlisi % kil'dir.

Istatistikî analiz sonuçları, araştırma sahasında herhangi bir toprağın tekstür analiz sonuçları bilindiğinde, karakteristik nem değerlerinin rahatlıkla tahmin edilebileceğini göstermektedir.

Niğde-Misli Ovası araştırma sahasında yapılan patates tarımında tarla sulama randımanlarının düşük olmasının sebepleri şu şekilde izah edilebilir:

Kaba bünyeli olan araştırma sahası topraklarının infiltrasyon hızları ve hidrolik iletkenlikleri yüksektir. Ayrıca büyük gözenek (por) miktarları fazladır. Bu toprak özellikleri kök bölgesi derinliğinde tutulacak su miktarını sınırlamakta ve verilen suyun kolaylıkla derinlere sızmasını sağlayarak su kayıplarını artırmaktadır. Su tüketimi fazla olan patates bitkisi, kök bölgesinde tutulan suyu çabucak tüketmekte ve dolayısıyla sık aralıklarla sulama yapmayı gerektirmektedir.

Buharlaşmanın fazla ve yağışın az olduğu sulama mevsiminde üst toprak çabucak kurumaktadır. Birçok sulama uygulamalarında görüldüğü gibi fazla su vermeye temayüllü olan çiftçiler toprağı kuru görünce veya patatesin yaprak renginde hafif bir değişme olunca hemen su vermektedirler.

Infiltrasyon hızının yüksek olması salma sulamada suyun yavaş ilerlemesine sebep olmaktadır. Bu durum su kayıplarını artırarak tarla sulama randımanını düşürmektedir.

Araştırma sahasında bulunan yerleşim birimlerinde farklı yağmurlama başlığı tertibi uygulanmaktadır. Mesalâ Hasaköy'de 12x12 m tertibi uygulanırken diğer yerlerde genellikle 12x18 m tertibi uygulanmaktadır. Yağmurlama başlığı tertibinde prensip

olarak, başlık aralığının ıslak çapın % 50'sinde fazla olması ve lateral aralığının da ıslak çapın % 65'inden fazla olmaması istenir. Bu açıdan incelendiğinde araştırma sahasında kullanılan yağmurlama başlıklarının tertibinde 12x18 m tertibi uygun olmaktadır. Buna göre, 12x12 m tertibinin uygulanması birim alana daha fazla su verilmesine sebep olmakta, bu da tarla sulama randımanını düşürmektedir.

Yukarda belirtildiği gibi araştırma sahası topraklarında faydalı su kapasitesi, hacim esasına göre ortalama % 10 kadar olup 40 cm kök derinliği için su derinliği olarak 40 mm yapılmaktadır. Söz konusu topraklar kaba bünyeli olduğundan, faydalı suyun % 75'i tüketildiğinde sulama yapılacağı kabul edilir ve tarla sulama randımanının % 70'in altına düşmemesi gereği göz önüne alınırsa her bir sulamada yaklaşık 43 mm su uygulanması gerekir. Araştırma sahasındaki işletme şartlarına göre bu miktar su 2-3 saatlik bir zamanda toprağa verilebilir. Ancak söz konusu sahada halen 2 saatten 7 saate kadar değişen sürelerle su uygulanmakta olup su uygulama süreleri 3 saatten fazladır. Buna göre uygulamada, hesaplanarak bulunan yağmurlama süresi aşılmakta ve hatta yer yer bu süre iki katını geçmekte, bu ise gereksiz yere fazla sulama suyu kullanılmasına sebep olmaktadır.

Tablo 2.1'de görüldüğü gibi Niğde'de patates bitkisinin maksimum su tüketimi Temmuz ayında olup 210,0 mm'dir. Buna göre Temmuz ayında günlük su tüketimi 6,8 mm olacaktır. Faydalı suyun % 75'i tüketildiğinde sulama yapılacağı kabul edilirse sulama aralığı; $(40 \times 0,75 / 6,8 = 4,4 \text{ gün})$ 4 gün olacaktır.

6.SONUÇ ve TAVSİYELER

Yukarıdaki değerlendirmelere göre araştırmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Niğde-Misli Ovası araştırma sahası toprakları kaba bünyeli, organik maddece fakir, kök derinliğinde kireç miktarı az, bazik karakterli, faydalı su kapasiteleri düşük topraklardır. Yörede yapılan patates tarımında tarla sulama randımanları yağmurlama sulamada ortalama % 33,7, salma sulamada ise % 37,9 olup bu değerler olması gereken sınır değerlerin altındadır. Araştırma sahasının bir kısmındaki yağmurlama şebekelerinde başlık tertibi uygun değildir; ayrıca su uygulama süreleri genellikle fazladır. Çiftçiler fazla su vermeye eğilimlidirler. Söz konusu toprakların infiltrasyon hızları ve hidrolik iletkenlikleri yüksek olduğundan salma sulamada su kayıpları artmaktadır. Pahalı olan yeraltısuyu işlemeciliğinin yapıldığı yörede, fazla su uygulaması maliyeti artırmaktadır. Ancak, toprak özelliklerinin uygun olması ve tabansuyunun bulunmaması sebebiyle fazla su drenaj problemi doğurmamaktadır. Toprakların hava kapasitesi de iyidir.

Yapılan değerlendirmelerin ışığı altında, araştırma sahasında tarla sulama randımanını artırmak ve ekonomik bir tarım yapabilmek için şunlar tavsiye edilebilir:

1. Yağmurlama sulamada su uygulama süreleri fazladır. Niğde-Misli Ovasında yapılan patates tarımında su uygulama süresi, 14 mm/saat yağmurlama şiddeti için 2-3 saat olmalıdır. 3 saatten fazla su uygulaması gereksizdir.

2. Patateste sulama aralığı, toprak özelliklerine ve

bitki su tüketimine göre 4-6 gün olmalıdır. Araştırma sahasında sulama aralıkları bu sınırlar içerisinde.

3. Halen uygulanan işletme şartlarına göre yağmurlama şebekelerinde başlık tertibi 12x18 m olmalıdır. Araştırma sahasının bir kısmında uygulanan 12x12 m tertibinden vazgeçilmelidir. Çünkü böyle bir tertipte birim alana gereğinden fazla su verilmiş olmaktadır.

4. Yağmurlama şebekelerinde yağmurlama şiddeti düşük başlıklar kullanılmalıdır. Gerçi araştırma sahası topraklarının infiltrasyon hızları yüksektir ve yüksek yağmurlama şiddetine sahip yağmurlama başlıklarının uyguladıkları suyu kabul edebilirler. Ancak fazla su vermeye eğilimli olan yöre çiftçisi daha yüksek yağmurlama şiddetine sahip başlıkları kullandıkları takdirde su kayıpları daha da artacak ve tarla sulama randımanı düşecektir.

5. Toprakların infiltrasyon hızlarının yüksek olması salma sulamada su kayıplarını artırmaktadır. Bu bakımdan salma sulamada tava boyutları minimum tutulmalı ve su debisi yüksek tutulmalıdır ki kısa sürede tavaya su verilerek su kayıpları nisbeten azaltılabilsin. Niğde-Misli Ovası'nda, mümkün olduğu takdirde yağmurlama sulama metodu tavsiye edilir.

6. Niğde-Misli Ovası'nda toprak özellikleri ve bitki su tüketimi tarla sulama randımanının düşük olmasında önemli rol oynamaktadır. Söz konusu toprakların faydalı su kapasitelerinin düşük olmasının yanında patates bitkisinin su tüketimi de fazladır. Dolayısıyla topraktaki faydalı suyu patates kısa sürede tüketmekte ve sık sık sulama yapmayı gerektirmektedir. Bu durum patates üreticisini psikolojik olarak etkilemekte ve fazla su vermeye yönelmektedir. O halde;

a) Toprakların faydalı su kapasitesinin artırılmasına çalışılmalıdır. Bu maksat için değişik metodlar uygulanabilir. Bilindiği gibi organik madde, topraklarda su tutma kapasitesini artırmaktadır. Ahır gübresi kullanılırsa çok yönlü fayda sağlanabilir. Bu maksatla toprağa perlit vb maddeler de ilave edilebilir.

b) Toprakların faydalı su kapasiteleri düşük olduğuna göre su tüketimi az olan ve patates bitkisine alternatif olarak başka bir kültür bitkisinin yetiştirilmesi düşünülebilir. Zira Türkiye'de patates üretiminde ilk sırayı alan Misli Ovası'nda halen patatesin pazarlanmasında büyük problemler vardır. Pahalı yeraltısuyu işletmeciliğinin yapıldığı ve fazla kimyevî gübrenin kullanıldığı yörede maliyet yüksektir. Ayrıca depolama mecburiyetinde kalınması durumunda çiftçiler çoğu zaman riske girmektedir.

7. Nigde-Misli Ovası'ndaki patates tarımında çok önemli bir konu da çiftçilerin adeta maksimum verim elde etmek için yarışmasıdır. Bu maksatla birim alana gereğinden çok fazla kimyevi gübre ve su kullanılmaktadır. Bu durum da maliyeti artırmaktadır. Halbuki üretimde gaye, optimum verim denilebilecek, verim-maliyet ilişkisinin çiftçinin lehine olduğu verim seviyesi olmalıdır. Çünkü maksimum verim elde etmek her zaman kârlı olmayabilir. Ayrıca gereğinden fazla verilen azotlu gübrelerin önemli bir kısmının fazla su uygulamalarıyla yıkandığı anlaşılmaktadır.

Artık yöre çiftçileri tarım kuruluşlarının, araştırma ve tecrübeye dayanan tavsiyelerine uymalıdır. Bu, hem çiftçiler için, hem de ülke ekonomisi için faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akalan, I.,1968. Toprak (Oluşu, Yapısı ve Özellikleri). Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 356, Ankara.
- Alagöz, H.,1957. Menemen Ovası Sulama Meseleleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları: 131, Ankara.
- Ayyıldız, M.,1962. Ankara Şartlarında U.S. 13 Melez Mısırın Su Istihlâkı Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:202, Ankara
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (Genişletilmiş ikinci baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 879, Ankara.
- Balaban, A.,1970. Sulama Şebekelerinde Kanal ve Tarla Arkları Sızma Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 455, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Balaban, A. ve Ayyıldız, M., 1970. Orta Anadolu Sulamalarında Tarla Sulama Randımanı Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yıllığı, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Balcı, A., 1968. Drenajda Uygun Dren Derinlikleri ve Dren Aralıkları Üzerinde Araştırmalar (Basılmamış). Ege Üni. Ziraat Fakültesi, Kültürteknik ve Zirai İnşaat Kürsüsü, Bornova-Izmir.
- Baver, L.D., 1965. Soil Physics (Fifth Printing). John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Benoit, G.R. ve Grant, W. J., 1985. Excess and Deficient Water Stress Effects on 30 Years of Aroostok County Potato Yields. American Potato Journal, Vol. 62: 49-55.

- Brower, W., 1959. Die Feldeberegung. DLG- Verlag, Frankfurt am Main.
- Cridde, W.D., Davis, S., Pair, C.H. ve Shockley, D.G., 1956. Methods For Evaluating Irrigation Systems. USDA, Agricultural Handbook No: 82.
- Çağlar, K.Ö., 1958. Toprak İlmi (2. Baskı). Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Delibaş, L., 1987. Uzun Tava Sulama Yönteminde Maksimum Elde Edilebilir Su Uygulama Randımanının Araştırılması. TÜBİTAK Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, s. 310-318, Ankara.
- Demiralay, I., 1981. Toprak Fizigi Tatbikat Notları (Ders Notu). Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- DİE, 1988. Tarımsal Yapı ve Üretim 1986. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No: 1275, DİE Matbaası, Ankara.
- DİE, 1989. Tarımsal Yapı ve Üretim 1987. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No: 1376, DİE Matbaası Ankara.
- Donat, J., 1937. Das Gefüge des Bodens und Ihre Kennzeichnung. Sonderabdruck aus dem Teil B der Verhandlungen der 6. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Zürich.
- DSI, 1971. Misli Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSI Genel Müdürlüğü Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metodları-I-. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları : 861, Ders Kitabı: 229, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üni. Zi-

- raat Fakültesi Yayınları :1021, Ders Kitabı: 295, Ankara.
- Ergene, A., 1962a. Çumra Tuzlu Toprakları Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları: 131, Erzurum.
- Ergene,A., 1962b.Toprak Organik Maddesi,Önemi ve Muhafaza İçin Alınacak Tedbirler.Atatürk Üniversitesi 1962 Yıllığı, Erzurum.
- Ergene,A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üni. Yayınları No: 635, Erzurum.
- Erözel, A.Z.,1978 Niğde-Misli Ovası Sulama Alanında Optimum Su Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi).Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara.
- Ertaş, M.R., 1980. Konya Ovası Sulama Şebekesi Altında Su İletim Kayıpları ve Su Uygulama Randımanları. Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma.Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 67, Konya.
- Ertugrul, H., 1971. Erzurum Ovası Topraklarında Toprak-su Münasebetleri ve Ovanın Sulama Suyu İhtiyacı Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Ertugrul, H ve Apan, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üni. Yayınları No: 562, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 252, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Hakgören, F., 1972. Yukarı-Pasinler Ovası Toprak ve Su Kooperatifi Sahasındaki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri,Çözüm Yolları ile Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 3, Sayı 3, s. 41-54, Erzurum.

- Hakgören, F., 1980. Zirai Sulama ve Drenaj (Ders Notu). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Houk, I.E., 1960. Irrigation **Engineering**. Volum I, John Wiley and Sons, Inc., New York, Londra.
- Israelsen, O.W., 1939. Water Applications Efficiencies in Irrigation and Soil Conservation. Agricultural Engineering Volum 20, No: 11.
- Israelsen, O.W. ve Hansen, V.E., 1967. Irrigation Principles and Practices (Third Edition). John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Jacobs, H.S. ve Reed, V.E., 1965. Toprak Laboratuvar Tatbikatı Kitabı (Tercüme: Baykan, Ö.L., Berkmen, I. ve Ögüş, L.). Atatürk Üni. Toprak İlmi Kürsüsü, Erzurum.
- Kara, M., 1983. Sulama-Kurutma, Cilt I, Tarım Arazilerinin Sulanması. Akdeniz Üni. Isparta Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 5, Isparta.
- Linderman, C.L., ve Stegman, E.C., 1971. Seasonal Variation of Hydraulic Parameters and Their Influence Upon Surface Irrigation Application Efficiency. Transaction of the ASAE 14(5) : 914-918, 923.
- Munsuz, N., 1982. Toprak-Su İlişkileri. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları: 789. Ankara Üni. Basımevi, Ankara.
- Oliver, H., 1972. Irrigation and Water Resources Engineering. The Camelot Press Ltd., Londra ve Southampton.
- Öğretir, K., 1981. **Çifteler** DSI Sulama Şebekesinde Su İletim Kayıpları ve Sulanır Alanlarda Su Uygulama Randımanları. Eskişehir Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 165, Eskişehir.

- Özdengiz, A., 1970. Iğdır Ovası Sulama Şebekesinin Bugünkü Durumu, Şebeke Dahilindeki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üni. Yayın No: 280, Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara.
- Sağlam, M.T., 1978. Toprak Kimyası Tatbikat Notları (Ders Notu). Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Sekera, F., 1938. Statik und Dynamik des Bodenwassers. Bodenkunde und Pflanzenernaehrung, 6, s.288-312.
- Sönmez, N., 1960. Sulama ile İlgili Önemli Toprak Suyu Çeşitleri ve Bunların Ölçülmesi. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül 2'den Ayrı Basım, Ankara.
- Sönmez, N., Balaban, A. ve Benli, E., 1981. Kültürteknik. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 761. Ankara.
- Şener, S., 1978. Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Sulama Randımanının Saptanması. Menemen Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 56, İzmir.
- TOPRAKSU, 1982. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi (İkinci Basım). TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No: 35, Ankara.
- USDA, Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manuel. USDA Handbook No: 18, USDA Agricultural Research Administration, Washington.
- USDA, Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agricultural Handbook No: 60.
- Willardson, L.S. ve Bishop, A.A., 1967. Analysis of Surface Irrigation Application Efficiency. Journal of The Irrigation and Drainage Division, ASCE 93(IR-2): 21-36.