

T 8092

DEĞİŞİK KALİTEDEKİ
SULAMA SULARININ
SOYA FASÜLYESİ VERİMİNE ETKİSİ

Engin YURTSEVER

DOKTORA TEZİ
KÜLTÜRTEKNİK ANABİLİM DALI

1989

Y. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEĞİŞİK KALİTEDEKİ SULAMA SULARININ
SOYA FASÜLYESİ VERİMİNE ETKİSİ

Engin YURTSEVER

T 8092

DOKTORA TEZİ
KÜLTÜRTEKNİK ANABİLİM DALI

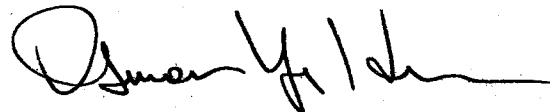
Bu Tez 27.9.1989 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından
95 (Doksanbeş) Not takdir edilerek Uybirliği/~~Özyükümlüğü~~
ile Kabul Edilmiştir.



Prof.Dr.
Yetkin GURGOR
Denişman



Prof.Dr.
Osman TEKİNEL



Doç.Dr.
Osman YILDIRIM



ÖZET

Doktora Tezi

DEĞİŞİK KALİTEDEKİ SULAMA SULARININ
SOYA FASÜLYESİ VERİMİNE ETKİSİ

Engin YURTSEVER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kültürteknik Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR
1989, Sayfa : 121

Jüri : Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR
Prof.Dr. Osman TEKİNEL
Doç.Dr. Osman YILDIRIM

Bu araştırmada, Calland çeşidi soya fasülyesi (Glycine max) ile tarla koşullarında, 4 sulama suyu tuzluluğu (0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS m⁻¹) ve 3 yıkama gereksinimi yüzdesi (%0, 25 ve 50) konularında faktöriyel düzende iki yıl süre ile denemeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular, tane verimi, bitki su tüketimi, tane fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri ve sulama suyu tuzluluğunun toprak tuzlulaşmasına etkisi konularında değerlendirilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artışı ile, soya tane verimleri önemli azalmalar göstermiş, fiziksel bileşim unsurlarından 1000 tohum ağırlığı ve ham yağ miktarları azalmış, toplam kül miktarları ise artmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artışı ile soya tanesi kimyasal bileşim unsurlarından protein içerikleri farklılık göstermemiş, mineral madde içeriklerinin tümü ise artma göstermiştir. Yıkama gereksinimi uygulamaları verim ve kalite unsurlarına önemli bir etkide bulunmamıştır. Bitki su tüketimi değerleri 5.0 dS m⁻¹ değerinde %5-10 kadar daha az olmuştur. Toprak tuzlulaşması da sulama suyu tuzluluğu ile artmış, ancak sulama suları ile birlikte verilen yıkama suyu, toprak tuzluluğunun azaltılması yönünden önemli bir etkide bulunmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER : Glycine max, sulama suyu kalitesi, toprak tuzluluğu, yıkama gereksinimi, su tüketimi, soya tanesi mineral madde içeriği, soya tanesi fiziksel bileşimi

ABSTRACT

Ph.D Thesis

EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER
SALINITY LEVELS ON SOYBEAN YIELD

Engin YURTSEVER

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Engineering

Supervisor : Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR

1989, Page : 121

Jury : Prof.Dr. Yetkin GÜNGÖR
Prof.Dr. Osman TEKİNEL
Assoc.Prof.Dr. Osman YILDIRIM

In this field study, the effect of 4 irrigation water salinity levels (0.6, 1.5, 2.5 and 5.0 dS m⁻¹) and 3 leaching fractions (0, 25 and 50%) on the grain yield and quality of soybean cv. Calland were investigated. For this purpose factorial experiments in randomized block design were conducted during the 1986 and 1987 growing periods. As a result, increasing electrical conductivity of irrigation water reasoned to decrease the grain yield, 1000 grain weight, seed oil content and the grain mineral nutrient contents, but to increase the total ash content of grains. The protein content of grains, however, didn't change significantly with the salt content of the irrigation water. Both the grain yield and quality of soybean were not significantly affected by the leaching fractions which were tested. The evapotranspiration of plants decreased about 5-10% at the 5.0 dS m⁻¹ salinity level. Soil salinity also increased with increasing irrigation water salinity levels and the leaching fractions adding to irrigation water requirements did not effect the soil desalinization.

KEY WORDS : Glycine max, irrigation water quality, soil salinity, leaching fraction, water consumption, soybean grain mineral nutrition, soybean grain quality criterias

ÖNSÖZ

Sulama amacıyla kullandığımız sular, kaynağın özelliğine göre belirli miktarlarda erimiş katı madde yani tuz içerirler. Sulama sularının içerdiği tuz miktarı doğrudan bitki yada toprağı etkileyerek, tarımsal üretimi kısıtlamaktadır. Bunun yanında sanayi atıkları, aşırı gübre kullanımı ve uygun olmayan sulama ve drenaj koşulları nedenleriyle zaman boyutunda su kaynaklarının kaliteleri yani kullanım için uygunlukları azalmaktadır.

Bu çalışma, düşük kaliteli sulama sularının, soya fasülyesi tarımında kullanılması halinde, bitki verim ve kalitesi ile toprak özelliklerinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür.

Bana bu konuda tez hazırlama olanağı sağlayan, Doktora çalışmalarımı yöneten ve her konuda değerli yardımlarını gördüğüm kıymetli Hocam Sayın Prof.Dr. Yetkin Güngör'e, çalışmalarım için bana deneme alanı ile hertürlü olanağı sağlayan Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Dr. Nazmi Ülgen'e ve yardımlarını gördüğüm diğer Enstitü çalışanlarına, çalışmalarım ile yakından ilgilenen Sarayköy Araştırma ve Uygulama Çiftliği Yöneticisi Sayın Dr. Bozkurt Alkan'a, yardımlarını gördüğüm Kültürteknik Bölümü Öğretim Üye ve Yardımcılarına ve her zaman yanımda olarak bana en büyük desteği oluşturan değerli insan Babam Doç.Dr. Necdet Yurtsever'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
2.1 Sulama, Su Tüketimi ve Sulama Suyu Bileşiminin Verim ve Kaliteye Etkisi Konularında Yapılan Çalışmalar	9
2.2 Sulama Suyu Bileşiminin Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi Konularında Yapılan Çalışmalar	26
3.MATERYAL ve YÖNTEM	33
3.1 Materyal	33
3.1.1 Araştırma alanının tanıtılması	33
3.1.1.1 İklim özellikleri	33
3.1.1.2 Toprak özellikleri	34
3.1.1.3 Su kaynakları özellikleri	34
3.1.2 Buharlaşma ölçüm kabı	36
3.1.3 Kullanılan kimyasal maddeler	37
3.1.4 Sulamalarda kullanılan yardımcı ekipmanlar	37
3.1.5 Bitki materyali	38
3.2 Yöntem	40
3.2.1 Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler	40
3.2.1.1 Toprak örneklerinin alınması	40
3.2.1.2 Sulama suyu örneklerinin alınması	41
3.2.1.3 Deneme düzeni	41
3.2.1.4 Günlük buharlaşma miktarlarının ölçülmesi	44
3.2.1.5 Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi	45
3.2.1.6 Tarım tekniği	46

3.2.2 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	47
3.2.2.1 Toprak fiziksel analizleri	48
3.2.2.2 Toprak verimlilik analizleri	48
3.2.2.3 Toprak tuzluluk analizleri	49
3.2.2.4 Sulama suyu kalite analizleri	51
3.2.2.5 Bitki su tüketiminin belirlenmesi	51
3.2.2.6 A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi	52
3.2.2.7 Bitki kalite analizleri	53
3.2.2.7.1 Fiziksel bileşim unsurları	53
3.2.2.7.2 Kimyasal bileşim unsurları	54
4.ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN DENEYSEL BULGULAR ve TARTIŞMASI	56
4.1 Toprak ve Su Örneklerinin Analiz Bulguları ve Tartışması	56
4.1.1 Toprak fiziksel analizleri	56
4.1.2 Toprak verimlilik analizleri	58
4.1.3 Toprak tuzluluk analizleri	61
4.1.3.1 Deneme öncesi toprak tuzluluk analizleri	61
4.1.3.2 Deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri	63
4.1.3.2.1 Araştırmada 1986 yılı deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri	63
4.1.3.2.2 Araştırmada 1987 yılı deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri	69
4.1.4 Sulama suyu kalite analizleri	74
4.2 Bitki Gelişme Bulguları	80
4.3 Sulama ve Su Tüketimine İlişkin Bulgular ve Tartışması	82
4.3.1 Sulama suyu miktarları	82
4.3.2 Bitki su tüketimi	83
4.3.3 Kap buharlaşması ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler	87

4.4 Soya Fasülyesi Verimine İlişkin Bulgular ve Tartışması	88
4.5 Soya Fasülyesi Kalitesine İlişkin Bulgular ve Tartışması	97
4.5.1 Soya fasülyesi fiziksel kalite analizleri	98
4.5.2 Soya fasülyesi kimyasal kalite analizleri	103
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	113



SİMGELELER

%	: Yüzde
%Na	: Sodyum yüzdesi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
A_p	: İşlenebilen üst toprak horizonu
atm	: Atmosfer basıncı
B	: Bor elementi
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece
Ca^{++}	: Kalsiyum iyonu
CaCl_2	: Kalsiyumklörür
CaCO_3	: Kalsiyumkarbonat
Cl^{-}	: Klor iyonu
cm	: Santimetre
$\text{CO}_3^=$: Karbonat
$\text{C}_2\text{S}_1, \text{C}_3\text{S}_2$: Sulama suyu tuzluluk ve sodyumluluk sınıfı
dS	: Desi-Siemens
EC	: Elektriksel iletkenlik
EDTA	: Etilendiamintetraasetat
ESP	: Değişebilir sodyum yüzdesi
ET	: Evapotranspirasyon
Fe	: Demir elementi
g	: Gram
ha	: Hektar
HCO_3^{-}	: Bikarbonat
i.Ö.	: İsa'dan önce
K^{+}	: Potasyum iyonu
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
L	: Litre
LF	: Yıkama hacmi
LR	: Yıkama gereksinimi
m	: Metre
me	: Miliekivalan
mg	: Miligram
Mg^{++}	: Magnezyum iyonu
MgCl_2	: Magnezyumklörür
mm	: Milimetre

mmol	: Milimol
MPa	: Mega-Pascal
N	: Normalite ve Azot
Na ⁺	: Sodyum iyonu
NaCl	: Sodyumklörür
NaSO ₄	: Sodyumsülfat
NO ₃ ^{-N}	: Nitrat azotu
OP	: Ozmotik basınç
P	: Fosfor elementi
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonu (-) logaritması
Pi	: İnorganik fosfor
P ₂ O ₅	: Difosforpentaoksit
ppm	: Milyonda bir kısım
q	: quintal (100 kg)
R	: Soya fasülyesi generatif gelişme dönemi
RSC	: Kalıcı sodyum karbonat
S ₁ ,S ₂ ,S ₃ ,S ₄	: Sulama suyu tuzluluğu konuları
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
SO ₄ ⁼	: Sülfat
vd.	: Ve diğerleri
Y ₁ ,Y ₂ ,Y ₃	: Yıkama gereksinimi konuları
Zn	: Çinko elementi
ΔS	: Depolamadaki değişim miktarı

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>sayfa No</u>
1.1	Soya Fasülyesinin Yıllara Göre Ekiliş Alanları, Üretim Miktarları ve Verimleri	4
3.1	Araştırma Alanı Yakınında Yeralan Etimesgut Meteoroloji İstasyonunda Elde Edilen Bazı Meteorolojik Bulgular	35
4.1	Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analiz Bulguları	57
4.2	Araştırma Toprakları Verimlilik Analizi Bulguları	60
4.3	Araştırma Alanı Topraklarının Deneme Öncesi Tuzluluk Analizi Bulguları	62
4.4	Araştırmada 1986 Yılı Deneme Topraklarının Deneme Sonrası Tuzluluk Analizi Bulguları	65
4.5	Araştırmada 1987 Yılı Deneme Topraklarının Deneme Sonrası Tuzluluk Analizi Bulguları	70
4.6	Araştırmada Sulama Amacıyla Kullanılan Yüzey ve Yeraltı Su Kaynaklarının Kalite Analizi Bulguları	75
4.7	Araştırmada 1986 Yılı Denemelerinde Kullanılan Sulama Suları Kalite Analizi Bulguları	76
4.8	Araştırmada 1987 Yılı Denemelerinde Kullanılan Sulama Suları Kalite Analizi Bulguları	77
4.9	Araştırma Süresince Sulama Zamanları ve Uygulanan Sulama Suyu Miktarları	82
4.10	Soya Fasülyesinde Araştırma Yıllarında Gelişme Dönemi Başlangıcında ve Sonunda, Değişik Toprak Derinliklerindeki Nem Düzeyleri ve Depolamadaki Değişim Miktarları	84
4.11	Araştırma Yıllarında Bitki Gelişme Dönemi Süresince Ölçülen Yağışlar ve Bunların Etkili Miktarları	85

<u>Çizelge No</u>		<u>sayfa No</u>
4.12	Araştırma Yıllarında Su Dengesi Eşitliği Bileşenleri ve Soya Fasülyesi Su Tüketimleri	86
4.13	Araştırmanın Yürütüldüğü 1987 Yılı A Sınıfı Kap Buharlaşması Değerleri	87
4.14	Araştırmanın Yürütüldüğü 1987 Yılı İçin A Sınıfı Buharlaşma Kabi K _c Katsayıları	88
4.15	Araştırmada Elde Edilen Soya Fasülyesi Tane Verimleri	89
4.16	Tane Verimleri 1986 Yılı Varyans Analizi	90
4.17	Tane Verimleri 1987 Yılı Varyans Analizi	90
4.18	İki Yıl Tane Verimleri Birleşik Varyans Analizi	92
4.19	Araştırmada 1986 Yılı Tane Verimi için Sulama Suyu Tuzluluğu Duncan Değerlendirmesi	94
4.20	Araştırmada 1986 Yılı Tane Verimi için Sulama Suyu Tuzluluğu (S) ve Yıkama Gereksinimi (Y) İnteraksiyonu Duncan Değerlendirmesi	94
4.21	Araştırmada 1987 Yılı Tane Verimi için Sulama Suyu Tuzluluğu Duncan Değerlendirmesi	95
4.22	Araştırmada Sulama Suyu Tuzluluğu Konularını İçin Soya Fasülyesi Tanesi Fiziksel Kalite Analizi Bulguları	99
4.23	Soya Fasülyesi Tanesi Fiziksel ve Kimyasal Bileşim Unsuru Değerlerinin Sulama Suyu Tuzlulukları İçin Duncan Değerlendirmesi	101
4.24	Araştırmada Sulama Suyu Tuzluluğu Konularını İçin Soya Fasülyesi Tanesi Kimyasal Kalite Analizi Bulguları	104
4.25	Soya Fasülyesinde Çeşitli Kaynaklara Göre Mineral Madde İçerikleri	105

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil No</u>		<u>sayfa No</u>
2.1	Toprak Tuzluluğu İle Verim Arasındaki Kuramsal İlişki	8
3.1	A Sınıfı Buharlaşma Ölçüm Kabı Kesiti	37
3.2	Araştırmada Kullanılan 2.5 Ton Hacmindeki Su Tankı	38
3.3	Sulamalarda Kullanılan Tarla Başı Musluklu Borusu	39
3.4	Sulama Ekipmanlarından Filtre-Vana Sistemi	39
3.5	Deneme Düzeni Şeması	43
4.1	Deneme Topraklarında Toprak Derinliği İle Toprak Nemi İlişkileri	59
4.2	Araştırmada 1986 Yılı Deneme Topraklarının Farklı Derinliklerinde Sulama Suyu Tuzluluğunun Toprak Tuzluluklarına Etkisi	67
4.3	Araştırmada 1986 Yılı İçin Toprak Tuzluluğunun Derinlik Boyunca Değişimi	68
4.4	Araştırmada 1987 Yılı Deneme Topraklarının Farklı Derinliklerinde Sulama Suyu Tuzluluğunun Toprak Tuzluluklarına Etkisi	72
4.5	Araştırmada 1987 Yılı İçin Toprak Tuzluluğunun Derinlik Boyunca Değişimi	73
4.6	Araştırmanın 1986 Yılında 3.Sulamadan Sonra S ₄ Y ₃ Parselinin Görünümü	81
4.7	Araştırmada 1986 Yılı Soya Fasülyesi Tane Verimi İle Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkisi	93
4.8	Araştırmada 1987 Yılı Soya Fasülyesi Tane Verimi İle Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkisi	96
4.9	Soya Fasülyesi Tanesi Fiziksel ve Kimyasal Bileşim Unsuru Değerlerinin Sulama Suyu Tuzluluğu İle Değişimi	100

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde sulama, en önemli tarımsal girdilerden bir tanesidir. Ancak sulama amacıyla kullandığımız sular ister yerüstü, isterse de yeraltı kaynaklarından sağlansın, belirli miktarlarda erimiş katı madde (tuz) içerirler. Genellikle sulardaki tuz miktarı, yüzey kaynaklarında yeraltı kaynaklarına oranla daha düşüktür. Bunun nedeni, yeryüzüne yağışlarla gelen suların sızan bölümünün toprak katmanlarından geçerken daha fazla suda eriyebilir madde ile temas etmesidir.

İçerdikleri tuzların miktarları ve cinsleri ile diğer bazı elementler, suların kalitesini yani kullanım için uygunluklarını belirtmektedir. Sulama için ise suların uygunluğu, toprağa ve bitkiye olan etkileri ile ilgilidir. Ayers (1977), sulamada su kalitesi ile ilgili olarak karşılaştığımız problem alanlarını 4 ana başlık altında toplamaktadır. Bunlar, (1) Tuzluluk, (2) Permeabilite, (3) Toksik yani zehirli etki ve (4) Diğer etkilerdir.

Tarımsal açıdan suların uygunluklarının yani kalitelerinin değerlendirilmesinde toprak, bitki ve iklim koşullarının karşılıklı etkilenmelerinin bilinmesi gerekir. Toprak, bitki kök bölgesini kaplayan ve yapısında tuttuğu suyu, bitki köklerinin alabileceği biçimde saklayan fizikokimyasal bir yapıdır. Bitki kök bölgesine içerdiği erimiş katı maddeler yani tuzlarla gelen sular, gerek kökler tarafından bitki bünyesine alınarak, gerek-

se toprak yüzeyinden buharlaşarak eksilirler. Ancak bu eksilme sırasında tuzların çok küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır. Zaman boyutunda eğer yıkanma söz konusu değilse, tuzlar kök bölgesi içerisinde birikecektir. Özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda sulama suları ile gelen tuzlar, kış yağışları ile alt katmanlara doğru yıkanamıyorsa, toprak zamanla tuzluluk ve/veya sodyumluluk özellikleri gösterebilecek ve verimsiz bir biçime dönüşebilecektir.

Ayyıldız (1983), sulama suyu kalitesinin bitki gelişmesine etkisinin iki şekilde olduğunu belirtmiştir. (1) Doğrudan etki ve (2) Dolaylı etki. Doğrudan etki, sulama suyunun bitki öz suyunda yüksek ozmotik basınç ortamı oluşturması yada bitkilere zararlı bileşikleri içermesi sonucunda, dolaylı etki ise sulama suyu kalitesinin toprak özelliklerini etkilemesi sonucunda oluşmaktadır.

Yüksek bir tarımsal potansiyele sahip olan Ülkemizde, toprak ve su kaynaklarımız bakımından henüz sulanabilir alanlarımızın hepsini sulu tarıma açmış değiliz. Bir başka deyişle, sulama için kullanabileceğimiz yeterli su ve toprak kaynağımız vardır. Bununla beraber tüm dünyada olduğu gibi Ülkemizde de sanayi yada diğer etkilerle, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının kaliteleri kötüleşmektedir. Bunun yanında, sulamadan dönen suların tekrar kullanımı da bazı koşullarda güncellik kazanmaktadır.

Bu nedenlerle son yıllarda, kalitesi düşük olan

sulama sularının kullanımı ile bitki ve toprak faktörlerinin nasıl etkilendiği konusundaki araştırmalar hız kazanmıştır.

Tarımsal üretimin neredeyse tüketim hızının altına düştüğü yörelerde, özellikle hem daha fazla üretmek ve hem de besleyici değeri yüksek olan ürünlerin üretimini gerçekleştirmek yoluna gidilmektedir. Ürünün besleyici değeri ise içerdiği protein, yağ, karbonhidrat ve mineral madde gibi bileşim unsurlarının miktarı ile belirlenmektedir. Bu özellikler bakımından soya fasüyesi (*Glycine max* L. Merrill) çok önemli bir bitkidir. Bir yağ bitkisi olması yanında yüksek oranlarda protein, karbonhidrat ve mineral madde içerir. Bileşiminde ortalama değerler olarak %36 protein, %18 yağ, %20 karbonhidrat, %5 mineral madde ve %1 lesitin bulunmaktadır. Artık'a (1985) göre bu özellikleri nedeniyle soya fasüyesi, biyolojik besin değeri olarak süt ve etten sonra üçüncü sırada, protein değeri bakımından ise bitkisel ürünler içerisinde birinci sırada yer almaktadır.

Soya fasüyesinin anavatanı Doğu Asya'dır. Ansiklopedik kaynaklara göre önceleri yalnızca Çin ve Japonya'da, daha sonraları ise başka ülkelerde de yetiştirilmiştir. İÖ 3000 yıllarında dahi izine rastlanan soya fasüyesi Avrupaya 18. yüzyılda girmiştir. Daha sonraları ABD'de tarımına başlanmış ve burada çok yaygın bir hale gelmiştir. Dünya üretiminin bugün çok büyük bir bölümü ABD ve Çin'de elde edilmektedir.

Türkiye'de Birinci Dünya Savaşından sonra ilgi

görmeye başlayan soya fasülyesinden yağ üretimi 1958 yılında gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de soya fasülyesinin 1970-1986 yılları arasındaki ekiliş alanı, üretim ve verimine ilişkin istatistik bilgiler Çizelge 1.1'de verilmiştir. Soya fasülyesi ekiliş alanları, toplam ekili alan yüzdesi olarak 1970 yılında %1.09 iken, 1980 yılında %0.22'ye kadar düşmüş ancak 1980'li yılların başlarında soya ekiminin özendirilmesi ile 1981 yılında %1.33'e, 1986 yılında da %6.00'ya çıkmıştır. Üretim değerleri de 1970 yılında 12 bin ton iken, 1986 yılında 200 bin tona ulaşmıştır. Verim ise 1986 yılında 2222 kg ha⁻¹ olarak elde edilmiştir (Anonymous 1987).

Çizelge 1.1 Soya Fasulyesinin Yıllara Göre Ekiliş Alanları Üretim Miktarları ve Verimleri (Anonymous 1987)

Yıllar	Ekiliş Alanı		Üretim Miktarı ton	Verim kg ha ⁻¹
	(ha)	(%)		
1970	11000	1.09	12000	1091
1971	7000	0.58	11000	1571
1972	6000	0.44	12800	2133
1973	5070	0.40	7400	1460
1974	3500	0.26	8500	2429
1975	6200	0.52	6750	1089
1976	6400	0.56	8500	1328
1977	5400	0.41	5500	1019
1978	3200	0.27	3400	1063
1979	3200	0.27	3300	1031
1980	3000	0.22	2300	767
1981	17000	1.33	15000	882
1982	24389	1.97	36000	1476
1983	24250	1.89	46000	1897
1984	28000	1.87	60000	2143
1985	60260	4.05	125000	2074
1986	90000	6.00	200000	2222

Soya fasülyesi bir yağ bitkisidir, ancak kullanım alanları yağ içeriği ile sınırlı değildir. İlisulu'nun (1973) bildirdiğine göre, soya bitkisi yem (siloluk, ot ve yeşil yem), yakacak, yeşil gübre vb.; tanesi ise un, yağ, yeşil tane ve olgun tane şeklinde olmak üzere çeşitli biçimlerde tüketilir. Un şeklinde yapıştırıcı madde, emülsifler, hayvan yemi, gübre, kola, plastik, gıda maddesi (bira kükretme, çeşni tozu, salça, şeker, süt, şarap) ve endüstri proteini (şekerleme, yangın tüpü, kağıt tutkalı, dokuma işlerinde, sulu boya yapımında, muşamba yapımında vb.) olarak; yağı elde edilerek ise gıda maddesi (yemeklik yağ, margarin, mayonez, salata yağı, kızartmalık) vernikli boyalar, elektrik yalıtkan maddeleri, yapıştırma macunu, yakacak-yakıt, gliserin, böcek öldürücü, aydınlatma, boyacılık, basın mürekkebi, sabun, vernik vb. alanlarda kullanılır. Yeşil tane şeklinde konserve, kurutulmuş, donmuş vb., olgun tane şeklinde de pişirilmiş, hayvan yemi, un (pişmiş maddeler, arı yemi, kahvaltılık vb.), salça, süt, kahve vb. olarak kullanılır.

Bütün bu amaçlar için kullanılabilen soya fasülyesinin kültüre alınmış pek çok çeşidi vardır. Bu çeşitler, (1) Faydalanma yönlerine göre; yağlık, yemeklik, yem elde etmeye elverişli, yeşil gübre olarak kullanılabilir, süt elde etmeye elverişli, çerezlik ve soya kahvesi elde etmeye elverişli çeşitler, (2) Yetiştirme sürelerine göre; erkenci ve orta erkenci, orta geç yada geç ve geç çeşitlerdir (İlisulu 1973).

Ülkemizde üretilen çeşitler ise, diğer sanayi

dalları gelişmediği için genellikle yağlık çeşitlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Ankara koşullarında düşük kaliteli sulama sularının soya fasülyesi sulanmasında kullanılması halinde, bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi, bitki su tüketiminin belirlenerek bazı amprik yöntemlerle karşılaştırılması, ayrıca düşük kaliteli suların yıkama gereksinimleri ile birlikte uygulanması halinde kullanılabilme olanaklarının belirlenmesi ve bu düşük kaliteli sulama sularının toprak tuzlulaşmasına etkisinin belirlenmesidir.

Araştırmaya ilişkin tarla denemeleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Sarayköy Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde 1986 ve 1987 yıllarında yürütülmüştür.

Giriş ile birlikte beş bölümden oluşan çalışmada ikinci bölümde konuya ilişkin kuramsal temeller ve daha önceden yapılan çalışmalar incelenmiş, üçüncü bölümde arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında kullanılan materyal ile uygulanan yöntemler açıklanmış, dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular açıklanarak bu bulguların çeşitli yönlerden tartışması yapılmış, beşinci bölümde araştırma sonuçları açıklanarak getirilmeye çalışılan öneriler belirtilmiştir. Tezde bunlara ek olarak Türkçe ve İngilizce Abstrakt ile Kaynaklar listesi de verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sönmez ve Balaban (1968) sulamayı, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal olarak karşılanamayan suyun toprağa verilmesidir diye tanımlamakta ve bazı yararlı faydalarının, kısa kurak devrelerde bitkilerin zarar görmeden yetiştirilmesi, toprağın ve havanın serinletilmesi, toprakta bulunan fazla tuzun konsantrasyonunun azaltılması yada yıkanması, bazı zararlılarla mücadele vb. şeklinde belirtmektedir.

Bitki su tüketimi yani evapotranspirasyon (ET) ise, toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yapraklarından olan terleme (transpirasyon) yoluyla atmosfere verilen toplam su miktarıdır. Doğrudan tarla ölçmeleri ile saptanabildiği gibi, geliştirilen amprik eşitlikler yardımıyla da tahmin edilebilir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Güngör ve Yıldırım 1987). Bitki su tüketimi iklim, toprak ve bitki faktörleri tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle bitki su tüketimi belirlemelerinde bu üç faktörde göz önünde bulundurulması gerekir.

Sulamada kullandığımız sular, belirli miktarlarda tuzu da bitki kök bölgesine yığarlar. Kış yağışları yetersiz ise yada yıkama yapılmıyorsa, zaman boyutunda profilde tuz birikmesi olacaktır. Belirli bir (t) zamanında, belirli bir toprak hacmindeki tuz içeriği Meiri ve Plaut (1985) tarafından şu şekilde verilmektedir;

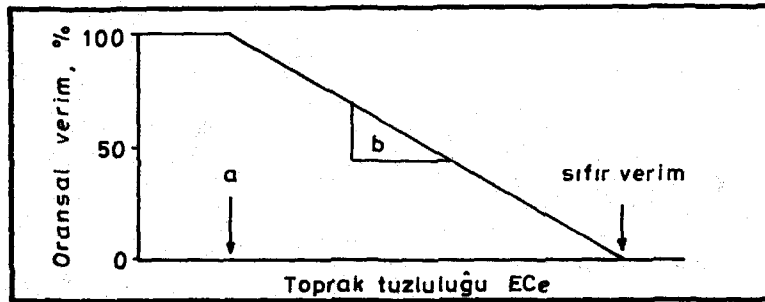
$$S_t = S_o + C_i V_i - C_d V_d \quad (2.1)$$

Burada: S_t =Tuz içeriği, S_0 =Başlangıç tuz içeriği, C =Kon-
santrasyon, V =Hacim, i =Sulama suyu ve d =Drenaj suyunu
belirtmektedir. Yani toprağın tuz içeriği, başlangıç top-
rak tuzluluğu değerine, sulama ile eklenen tuz miktarın-
dan drenaj ile uzaklaşan tuz miktarının çıkarılması so-
nucu kalan değerin eklenmesi ile bulunacaktır. Bir başka
deyişle toprak tuzluluğunu etkileyen asıl etmen, sulama
ile gelen yada drenajla uzaklaşan tuz miktarıdır.

Yetiştirilen bitkinin duyarlılığına bağlı ola-
rak, toprak tuzluluğunun artması ile, belirli bir nokta-
dan sonra verimde kararlı bir azalma olacaktır (Maas ve
Hoffman 1977). Herhangi bir oransal verim değeri için
(Y/Y_{max}) toprak tuzluluğu, eşitlik 2.2 ile verilmektedir
(Meiri ve Plaut 1985);

$$Y/Y_{max} = 1 - b(EC_e - a) \quad (2.2)$$

Burada: Y =Verim, Y_{max} =Kontrol (tuzsuz) konusundan elde
edilen verim, EC_e =Saturasyon ekstraktı ortalama tuzlulu-
đu, b =Eğrinin eğimi ve a =Başlangıç değerini belirtmekte-
dir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Toprak Tuzluluğu İle Verim Arasındaki Kuramsal İlişki

Sulama suyu tuz içeriğinin etkisi sulama yöntemi, sulama suyu miktarı ve sulama sıklığı ile de ilgilidir. Özellikle Na ve Cl gibi iyonların yüksek konsantrasyonlarını içeren sularla yapılacak yağmurlama sulaması, bitki yeşil kısımlarında zararlanmalara neden olacaktır (Anonymous 1975).

Van Hoorn ve Alpen (1988), kök bölgesinden tuzları yıkayacak oransal sulama suyu miktarını "Yıkama Suyu Oranı" (Leaching Fraction, LF) olarak tanımlamakta ve bu kavramı aşağıdaki eşitlik yardımıyla açıklamaktadırlar;

$$LF = \frac{R^x}{I} = \frac{C_i}{C_{fc}} \quad (2.3)$$

Burada: R^x Derine sızan net su miktarı (Derine sızma - kapilar yükselme), I Sulama suyu miktarı, C_i Sulama suyu tuz konsantrasyonu, ve C_{fc} Derine sızan suyun tuz konsantrasyonudur. Kök bölgesinde tuz konsantrasyonunu belirli düzeyde tutacak hacimsel yıkama suyu miktarı (R^x) ise "Yıkama Gereksinimi" (Leaching Requirements, LR) olarak tanımlanmaktadır.

2.1 Sulama, Su Tüketimi ve Sulama Suyu Bileşiminin Verim ve Kaliteye Etkisi Konularında Yapılan Çalışmalar

Wadleigh vd. (1947) fasulye, mısır ve pamuk bitkilerinin tuzlu toprakta dayanıklılıklarını belirlemek amacıyla kolon denemeleri yapmışlardır. Kolonlar 6 bölüme ayrılmış ve her bir katmana sırasıyla %0, 5, 10, 15, 20 ve 25 NaCl eklenerek farklı tuzluluk düzeyleri yaratılmıştır. Fasulyede tuzlu koşulda bitki gövdesinde ku-

ru madde miktarı 7.2 g, kontrolde ise 29 g olmuştur. Ozmotik basıncın hesaplandığı saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenlik değeri 3.8 - 14.0 dS m⁻¹ arasında olmuştur. Kök gelişmesi izlendiğinde ise %10 NaCl katmanında, gerçekte yararlı bir kök gelişmesi olmadığı ve %20 ve 25 NaCl katmanında ise hiç kök gelişmesi olmadığı gözlenmiştir.

Ayers ve Hayward (1948), bazı bitkilerin çimlenme ve tohum gelişmesi süresince tuza dayanımlarını araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarda fasülye bitkisinde (*Phaseolus vulgaris*) tohumların kuru ağırlık yüzdesi olarak %0, 10, 15, 20, 25 ve 30 NaCl eklendiğinde çimlenme durumlarını incelemişlerdir. Tohumların 15 gün içerisinde %0, 10, 15, 20, 25 ve 30 NaCl tuzluluk oranları için sırasıyla %80, 90, 60, 30 ve 0 kadarının çimlendiği belirlenmiş ve gelişme döneminde tuza hassas olan fasülye bitkisinin çimlenme döneminde de tuza hassas olduğu belirtilmiştir.

Wadleigh ve Bower (1950), fasülye bitkisinde Ca⁺⁺ iyon aktivitesinin su kültüründe katyon alımına etkisini incelemek amacıyla NaCl ve CaCl₂ tuzluluğu koşullarında 10 değişik tuzluluk düzeyini incelemişlerdir. Çalışmaların sonucunda fasülye bitkisi için 0.5 me L⁻¹ Ca⁺⁺ düzeyini, NaCl eklenen ve eklenmeyen koşullarda yeterli sınır değer olarak belirtmişlerdir. Fasülye gelişmesi yaklaşık 0.5 me L⁻¹ Ca⁺⁺ konsantrasyonuna kadar, NaCl eklenen ve eklenmeyen koşulların her ikisinde de artma göstermiş ve ancak bu düzeyden sonra gelişme aynı

kalmıştır ve gerek kök gerekse de gövde bölümünde gelişme NaCl eklenmeyen koşulda daha fazla olmuştur. Katyonların alımı ise, Ca^{++} iyon konsantrasyonunun artması ile değişiklikler göstermiştir. Gerek NaCl eklenen ve gerekse de NaCl eklenmeyen koşulda Ca^{++} birikimi artmış, buna karşın yine her iki koşul içinde K^+ ve Mg^{++} birikimi azalmıştır. Ancak bu azalma Mg^{++} 'da daha fazladır. Bitki saplarında ise K^+ birikimi, Ca^{++} ve Mg^{++} 'a oranla çok fazla olmuştur. Köklerde ise yine K^+ birikimi fazla olmakla beraber (NaCl eklenmeyen durumda daha fazla), özellikle Na^+ birikimi, NaCl eklenmeyen durumda oldukça düşüktür. Köklerdeki Na^+ birikimi, NaCl eklenen durumda fazla olmakla beraber, Ca^{++} iyonu konsantrasyonunun artması ile bir miktar azalma göstermiştir.

Bernstein ve Ayers (1951), 6 fasülye çeşidinin tuza dayanımlarını belirlemek amacıyla tarla denemeleri yapmışlardır. Tuz içerikleri sırasıyla 3000 ve 6000 ppm olan iki sulama suyunda tuzluluk oranlarının yaratılmasında NaCl ve $CaCl_2$ tuzlarından eşit miktarlarda kullanmışlardır. Verimler, tüm çeşitlerin ortalaması olarak tuzluluk konuları için kontrole göre sırasıyla %93 ve 98 oranlarında azalma göstermiştir. Yine 3000 ve 6000 ppm tuzluluk oranları için sırasıyla, bakla sayıları %51.5 ve 18.8, bakla ağırlıkları %82.4 ve 69.2'lik azalmalar göstermiştir. Bitkinin çeşitli organlarındaki mineral madde içerikleri, sulama suyu tuzluluğunun artışı ile yapraklarda ve yaprak saplarında Cl^- , Ca^{++} ve Mg^{++} bakımından artış göstermiş, K^+ bakımından ise hemen hemen

aynı kalmış yada bir miktar azalmıştır. Na^+ açısından ise artış, diğer katyonlara oranla daha az olmuştur.

Bernstein ve Pearson (1956), değişebilir sodyum yüzdesinin (ESP) bitki verimine ve bileşimine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda fasülye, pancar, tırfıl ve yonca bitkilerini, 5 farklı ESP etkisinde saksı denemeleri biçiminde yetiştirmişlerdir. ESP değerinin yükselmesi fasülye verimini azaltmıştır. Mineral madde içerikleri ise değişiklik göstermektedir; ESP'nin artması ile K^+ ve Na^+ 'da artma, Ca^{++} 'da ise bir miktar azalma görülmüştür. Mg^{++} ise hemen hemen aynı kalmış, yalnızca yüksek ESP değerlerinde küçük bir azalma göstermiştir.

Legerwerff ve Holland (1960), tuzlu-sodyumlu kum kültüründe havuç ve fasülyede değişik ozmotik basınç (OP) ve iyon dağılımının, büyüme ve mineral madde bileşimine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla NaCl , CaCl_2 ve MgCl_2 tuzları kullanarak 3 değişik sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) düzeyi (2.7, 19.3 ve 51.2 $\text{me}^{1/2} \text{L}^{-1/2}$) ve 3 tuzluluk düzeyi (1, 2 ve 3 atm OP) denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bitkilerin sodyuma dayanıklılığı tuzluluk düzeylerine, tuzluluğa olan dayanıklılığı ise sodyum düzeyine bağlı olmuştur. Mineral madde içerikleri ise fasülyede Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- ve P bakımından incelenmiştir. Yapraklarda daha büyük miktarlarda birikme gösteren bu maddeler, tuzluluğun artması ile çoğalmakta, SAR değerinin artması ile ise azalmaktadırlar. Bu değişimler özellikle Ca^{++} ve Cl^- 'da çok belirgin olmuştur.

Abel ve McKenzie (1964), soya fasülyesi çeşitlerinin çimlenme ve gelişmelerine tuzluluğun etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 6 soya fasülyesi çeşidi denenmiştir. Çimlenmede 3.1, 6.0, 8.1, 10.3, 11.8 ve 13.7 dS m⁻¹ tuzluluk düzeylerinde 5, 7, 11, 15 ve 20 gün sonra çimlenen tohumlar gözlenmiştir. Tuzluluğun artması ile çimlenme oranı azalmıştır. Gelişme ise tarla denemeleri biçiminde 4.0 dS m⁻¹ tuzluluktaki toprakta, tuz içerikleri 0, 1500, 3000, 4500, 6000 ve 7500 ppm olan sulama suları kullanılarak araştırılmıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyleri sodyum ve kalsiyumun klörür tuzları kullanılarak oluşturulmuştur. Tuzluluk etkisi çeşitlere göre bir miktar farklılık göstermekle beraber tüm çeşitlerde etkili olmuştur. Bu etkiler bitki ölümünün artması, yaprak çürümesinin artması, yeşil yaprak renginin azalması, tohum kalitesinin azalması ve sap ve yapraklardaki klor birikiminin artması şeklinde ortaya çıkmıştır.

Bernstein ve Ogata (1966) tuzluluğun soya fasülyesi ve yoncada gelişmeye, nodül oluşumuna ve azot alımına (fiksasyonuna) etkisini incelemek amacıyla kum kültüründe denemeler yapmışlardır. NaCl etkisiyle 0, 1.8, 3.6 ve 5.4 atm OP etkileri oluşturulmuştur. Ekimden 61-63 gün sonra hasad edilen soya fasülyesinde, OP'ın artması gelişmeyi azaltmıştır. Ele alınan verimler açısından 3.2 ve 4.4 atm basınçlardaki azalma oranı %50'yi bulmuştur. Yine nodül oluşumunun da tuzluluk etkisiyle azaldığı, tuzluluğun orta düzeylerdeki artışında dahi nodül kuru ağırlığında önemli azalmalar gözleendiği belirtilmek-

tedir.

Maas vd. (1972) tuzluluğun soya fasülyesinde mineral madde alımına etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, 7 günlük soya fasülyesi bitkilerini 0, 25, 50, 75 ve 100 me L⁻¹ NaCl konsantrasyonlarındaki besin çözeltilerinde 17 gün süre ile yetiştirmişlerdir. Bitki gövdesinde Na⁺, Cl⁻, Fe ve Zn birikmesi artış göstermiştir ancak bu artış Mn'da daha yavaş olmuştur. Buna karşın Ca⁺⁺ içeriği daha az etkilenmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında ise Mg⁺⁺ içeriğinin K⁺'dan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Köklerde Fe ve Zn içerikleri tuzluluğun artması ile artış göstermiştir. Mn, 30 me L⁻¹ NaCl düzeyinde en yüksek değerine ulaşmıştır. Kök gelişmesinin ise 25 me L⁻¹ NaCl düzeyinde en fazla olduğu, tuzluluğun daha fazla artması durumunda ise bir miktar azaldığı belirlenmiştir.

Shabassy vd. (1972), sulama suyu tuzluluğunun soya fasülyesinde gelişmeye ve fosfor (P) alımına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla saksı denemelerinde NaCl ve CaCl₂ tuzlarının aynı oranlarda kullanılması ile oluşturulan 0, 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm tuzluluk düzeyleri denenmiştir. Ekimden 40 gün sonra hasad edilen bitkilerdeki kuru madde miktarları 0, 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm tuzluluk düzeyleri için sırasıyla 25-30, 23-29, 20-25, 15-21 ve 10-15 g saksı⁻¹ olmuştur. Bitki P düzeyleri ise kontrol konusunda 7.0-7.6 mg kg⁻¹ kuru madde iken, 4000 ppm düzeyinde 6.0-6.5 mg kg⁻¹ kuru madde olmuştur.

Williams vd. (1974), soya fasülyesini 3 yıl süreyle, bitki gözlemlerinden yararlanarak suya gereksinim duyduğunda sulama yapılan ve yapılmayan koşullarda yetiştirmişlerdir. Sulama ile bütün çeşitlerde verim artışı gözlenmiştir ve sulama ile yıllara göre verimdeki ortalama artış miktarları 0.94, 1.36 ve 1.26 m³ ha⁻¹ olmuştur. Sulamadan en az etkilenen çeşitler "Bossier" ve "Hill" olmuş, en yüksek verim ise "Ransom" çeşidinden elde edilmiştir.

Puech vd. (1974), ekimde bakteri aşılmasının yapıldığı ve yapılmadığı koşullarda, kullanılabilir su tutma kapasitesinin sırasıyla %20, 35, 40 ve 60'ının tüketilmesi durumunda sulama yapmışlardır. Sulama bitki gelişmesini, bakla/bitki oranını, nodozite oluşumunu ve çeşitli organların verimlerini artırmıştır. Yine aşılama ile de verimin arttığı gözlenmiştir.

Lencrerot vd. (1974), bakteri aşılması ve sulamanın verim ve kaliteye etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, sırasıyla bitkinin azot alımı ve tohum verimi değerlerini; (a) Sulama ve aşılamanın olduğu koşulda 260 ve 170 kg ha⁻¹, (b) Sulanmayan yalnızca aşılama yapılan koşulda 170 ve 128 kg ha⁻¹ ve (c) Aşılansız sulama yapılan koşulda ise 77 ve 59 kg ha⁻¹ olarak bulmuşlardır. Tohum protein miktarı a, b ve c konuları için sırasıyla %43.6, 40.3 ve 32.9 yağ miktarları ise %18.2, 19.4 ve 21.3 olarak bulunmuştur.

Doss ve Thurlow (1974), iki soya fasülyesi çeşidinde sıra aralığı, birim alandaki bitki sa-

yısı ve sulamanın gelişmeye etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda; su kullanım oranının sıra aralığı mesafesi ve çeşit farklılığından çok toprak nem rejimine bağlı olduğunu, gelişme dönemi süresince ortalama değerler 0.05 ile 0.84 cm gün⁻¹ arasında değiştiğini gözlemişlerdir. Bitki yüksekliğinin sıra aralığına bağlı olmadığını, buna karşın sulama ve birim alandaki bitki sayısına bağlı olarak değiştiğini, ortalama tane veriminin de sıra aralığı ve birim alandaki bitki sayısından çok sulama ve çeşit tarafından etkilendiğini belirtmektedirler. Susuz, orta sulama ve yüksek sulama konuları için ortalama verimler sırasıyla 2020, 2420 ve 2490 kg ha⁻¹ olmuştur.

Lutz ve Jones (1975), sulama, kireçleme ve gübrelemenin soya fasülyesinde verim ve kimyasal bileşime etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda; sulamayla verimin ortalama %22 (514 kg ha⁻¹) arttığını gözlemişlerdir. Aynı şekilde sulamanın tohum yağ içeriğini artırdığını ancak protein içeriğine etkili olmadığını belirtmektedirler. Sulama ile yaprak P ve K⁺ konsantrasyonu değişmemiş ancak Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ konsantrasyonu birinci yıl önemli ölçüde etkilenmiştir. Sonuç olarak ise sulamanın topraktaki P, K⁺, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺'un alınabilirliğine etkili olmadığı, esas olarak bunların alımlarının toprağa eklenen miktarlarına bağlı olduğu belirtilmektedir.

Slama ve Bouaziz (1978), tuzluluk etkisinde soya fasülyesinde Na⁺ adsorpsiyonu ve Na⁺'un bitkide dağılımı ve verime etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla

"Amsoy" ve "Flora" çeşitleri 2.9, 5.3, 7.3 ve 9.1 $me^{1/2} L^{-1/2}$ SAR düzeylerindeki sulama suları ile sulanmışlardır. Elde edilen tohum verimleri SAR değerinin artması ile azalma göstermiş ve çeşit ortalaması olarak 3220 kg ha⁻¹ değerinden, SAR=2.9 için 1410 kg ha⁻¹ ve SAR=9.1 içinde 340 kg ha⁻¹ düzeyine düşmüştür. Tohum yağ içeriği ve 1000 tohum ağırlığı değerleri de tuzluluk düzeyleri ile birlikte azalma göstermişlerdir. Her iki çeşitte de Na⁺ birikimi köklerde daha fazla olmuştur.

Cassel vd. (1978), sulanan koşullarda soya fasülyesinde verim potansiyelinin belirlenmesi ve kurak alanlarda soya fasülyesi için sulama programlarının hazırlanabilmesi amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Tarla deneylerinde susuz, eksik sulama, optimum sulama ve aşırı sulama olmak üzere 4 sulama konusunu, 0, 56, 112 ve 224 kg ha⁻¹N olmak üzere 4 azotlu gübre konusunu ele almışlardır. Elde edilen sonuçlara göre tohum veriminin sulama konuları tarafından etkilendiğini ve verimlerin susuz, eksik sulama, optimum sulama ve aşırı sulama konuları için sırasıyla 543, 1823, 2428 ve 2164 kg ha⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Aşırı sulamanın profilden NO₃-N'unun yıkanmasına neden olduğu ve soya fasülyesi tarımında sulamanın, benzer iklim koşullarında mutlak gerektiği vurgulanmıştır.

Thompson (1978), yarı-kurak koşullarda sulama aralığının ve birim alandaki bitki sayısının verime ve su kullanımına etkisini incelemek amacıyla, 2 sulama aralığı konusunu ve 3 bitki sıklığı (12, 20 ve 28 bitki m⁻²) ko-

nusunu ele almıştır. Her ne kadar 12 bitki m^{-2} durumunda verim, 28 bitki m^{-2} 'ye oranla daha düşük olmuş isede, bitki sıklığının su kullanımına etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır. Sulama aralığının artırılması ile verimin yaklaşık %34 (1290 kg ha^{-1}) azaldığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise bir bitkideki bakla sayısında görülen azalmadır. Sulama aralığının artırılmasının tohum protein verimine etkisi ise önemli bulunmamıştır. Sulama aralığının az olduğu konuda bitki su tüketimi, kab buharlaşmasının %75'i kadar olmuştur.

Reicosky ve Deaton (1979), soya fasülyesi üretiminde sulamanın ve toprak matrik potansiyelinin, bitki su tüketimi (ET) ve bitki nem potansiyeline etkisini ortaya koymak amacıyla, sulama yapılan ve yapılmayan koşullarda tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Gün ortası yaprak nem potansiyelleri, çeşitler arasında önemli farklılık göstermemiştir. Buna karşın kurak dönem süresince ET değerleri sulanmayan konuda, sulanan konuya göre 2/3 oranında daha düşük olmuştur. Sulanmayan parsellerde kurak dönem sonunda 153 cm derinlikten dahi kökler tarafından önemli düzeyde nem alınabildiği, sulama ile ise verimde çeşitlere göre $351-364 \text{ kg ha}^{-1}$ artışlar sağlandığı belirtilmiştir.

Yasonidi vd. (1980), Rostov-Sovyetler Birliği yöresinde kısmen arıtılmış atık suların, soya fasülyesi ve mısırdaki sulamada kullanılması halinde verimlerin soya fasülyesi ve mısırdaki sırasıyla 9.6 ve 364 q ha^{-1} artış gösterdiğini belirtmektedirler. Atık suların iklim koşulları ile ilişkili olarak ve toprak neminin optimum düzey-

de korunması sağlandığında çok randımanlı olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Karimi-Abadchi (1980), soya fasülyesinde 6 çeşit üzerinde toprak nem eksikliğinin vegetatif ve generatif verim bileşenlerini nasıl etkilediğini incelemek amacıyla yaptığı denemelerde; sulama ile geç olgunlaşan çeşitlerde dallanmaların daha uzun olduğunu ve daha düşük bakla/dal oranı, daha fazla tohum/bakla oranı ve daha ağır tohum elde edilebildiğini bildirmişlerdir. Geç olgunlaşan çeşitlerde geç yağmurlar, sulanan parsellerle aralarındaki verim farkının azalmasına neden olmuşlardır. Yaprak alan indeksi değerleri ise sulanmayan konuların hepsinde daha düşük olmuştur.

Blanchet vd. (1980), soya fasülyesinde sulamanın biyoloji ve verime etkisini incelemek amacıyla, değişik olgunluk gruplarından 10 çeşit soya fasülyesi ile çalışmışlardır. Sulanmayan konularda 1 kg kuru madde için tüketilen su miktarları 9.3-12.2 mm arasında, 1 kg tohum için tüketilen su miktarları ise 3.4-6.6 mm arasında olmuştur. Tohumların ekiminden sonra parsellerin üzerleri örtülerek, kuraklık etkisinde bırakılan konularda ise tüketilen su miktarları 1 kg kuru madde için 9.3-21.8 mm arasında, 1 kg tohum için de 3.2-7.9 mm arasında bulunmuştur.

Khruslova vd. (1982), şeker fabrikasının arıtılmış atık suyunu soya fasülyesi tarımında sulama amacıyla kullanmışlardır. Sonuçların kanal suyu ile yapılan sulamalarla karşılaştırması yapılmış ve atık suların verimi

artırdığı ve aynı zamanda toprağın tuzluluk-sodyumluluk özelliklerine etki etmediği saptanmıştır.

Joaquin vd. (1982), tarla koşullarında soya fasülyesinde tuzluluğun etkisini araştırmışlar ve toprağın elektriksel iletkenlik ve sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) değerinin sırasıyla 1.71 dS m^{-1} ve $10.51 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$, den fazla olduğu durumda tohum veriminde azalma olduğunu, bu değerlerin 4.43 dS m^{-1} ve $22.7 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$, ye yükselmesi durumunda ise verimdeki azalmanın %50'ye çıktığını belirtmektedirler.

Walker vd. (1982), soya fasülyesi ve mısırdaki sulama ve drenaj yöntemlerinin etkisini araştırmışlardır. Sulama yöntemi olarak yağmurlama ve karık, drenaj yöntemi olarak ise yüzey, toprak altı ve yüzey+toprak altı yöntemlerini ele almışlardır. Soya fasülyesi için elde edilen sonuçlara göre, ortalama verimler drenajlı koşulda yağmurlama ve karık için sırasıyla 3300 ve 3500 kg ha^{-1} , drenajsız koşulda ise yağmurlama ve sulamasız konu için sırasıyla 2800 ve 3100 kg ha^{-1} olmuştur.

Wieneke (1983), tuza dayanımları değişik olan soya fasülyesi çeşitlerinde Na^+ ve Cl^- iyonlarının alımı ve birikimini incelemek amacıyla su kültüründe çalışmalar yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, düşük tuzluluk düzeylerinde Na^+ alımı ve bitkideki dağılımı çeşit olarak farklılık göstermemiş ve yalnızca alınan Na^+ miktarının %29 kadarı bitkide ve özellikle köklerde birikmiştir. Cl^- 'da ise absorbe edilen Cl^- miktarının %95 kadarı bitkide ve özellikle köklerde birikmiştir, ancak çeşitler ara-

sında farklılık vardır. Yüksek tuzluluk düzeylerinde ise Na^+ ve Cl^- alımı çeşitlere göre farklılık göstermiş ancak bitkideki dağılımı hemen hemen aynı olmuştur. Absorbe edilen Na^+ miktarının %28 kadarı, Cl^- miktarının ise yaklaşık %80 kadarı bitkide biriktirilmiştir.

Cordonnier ve Johnston (1983), soya fasülyesinde atık sularla sulama ve bitki sıklığının verim ve gelişmeye etkisini inceleme amacıyla 3 sulama rejimi (atık su ile sulama, iyi kalitede su ile sulama ve susuz), 2 sıra aralığı mesafesi (51 ve 76 cm) ve 2 sıra üzeri mesafesi (20 ve 32 bitki sıra⁻¹) konusunu denemişlerdir. Atık suyun toplam tuzluluğu 0.86 dS m⁻¹ olup Cl^- , K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} içerikleri sırasıyla 2.75, 0.26, 3.54 ve 1.08 me L⁻¹'dir. Elde edilen verimler atık su, iyi kalitede su ve susuz konuları için sırasıyla 2790, 2580 ve 2430 kg ha⁻¹ olmuş, verim birim alandaki bitki sayısının fazla olduğu konularda en yüksek olmuştur. Bunun yanında sulanan bitkiler 4-5 cm daha uzun olmuş ve 5-6 gün daha geç hasada gelmişlerdir. Tohumlar ise daha iri olmuştur.

Egli vd. (1983), soya fasülyesinin vegetatif ve erken generatif gelişme döneminde toprak nemi eksikliğinin etkisini ve çeşitli bitki kısımlarındaki N dağılımını araştırmak amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Toprak nemi, sulamaların kesilmesi ile düzenlenmiştir. Bitkiler, ekim-tohum dolununun başlangıcı döneminde (R5), tohum dolumu dönemi süresince (R5-R7) ve bütün gelişme dönemi süresince olmak üzere toprak nemi eksikliği etkisinde bırakılmışlardır. Sonuçlara göre R5 dönemindeki toprak nemi

eksikliği bitki ağırlığını ve tohum verimini etkilemiştir. Ancak N dağılımına etkisi oldukça sınırlı olmuştur.

Heatherly (1983), killi topraklarda sulamanın soya fasülyesi verimine etkisini incelemek amacıyla 3 çeşit ile tarla denemeleri yapmışlardır. Sulama konuları olarak değişik dönemlerde sulamaya başlama ve kontrol (susuz) konuları ele alınmıştır. Sonuçlar tohum verimi, olgun bitki yüksekliği, ksilem basınç potansiyeli, yaprak alanı ve mevsimsel nem değişimi açısından değerlendirilmiştir. Ancak sonuçlar incelendiğinde çeşitlere, yıllara ve iklim koşullarına bağlı olarak değişiklikler görülmüştür. Genel olarak killi topraklarda soya fasülyesinin sulanmasına, kurak yıllarda çiçeklenme başlangıcında, nemli geçen yıllarda ise generatif dönemde nem eksikliğinin hissedildiği herhangi bir dönemde başlanmasının gerektiği bildirilmiştir.

Saenko (1983), sulama ve gübreleme etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, soya fasülyesini 70 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir nemin %70 ve 80'inin tüketilmesi durumunda yağmurlama yöntemi ile sulamıştır. Ortalama tohum verimi konulara göre sırasıyla 2440 ve 2500 kg ha⁻¹ olmuştur. Gübreleme (80 kgN+120 kg P₂O₅+60 kgK₂O ha⁻¹) ile ise verimler sırasıyla 2840 ve 3010 kg ha⁻¹ düzeyine yükselmiştir. Konulara göre su tüketimleri 1038 ve 1260 m³ t⁻¹ tohum olmuştur.

Gupta ve Gupta (1984), soya fasülyesinde klörür ve sülfat tuzluluğu etkisinde çinko kaynağı ve miktarının gelişmeye etkisini incelemişlerdir. Çinko eksikliği olan

kumlu-tın toprakta yürütülen saksı denemelerinde, tuzluluk düzeyleri 44, 88 ve 132 me L⁻¹ Cl⁻ ve SO₄⁼ tuzları eklenerek oluşturulmuştur. Bu tuzluluk düzeylerinde iki Zn kaynağı (ZnSO₄x7H₂O ve Zn-EDTA) 0.5 ve 10 ppm Zn olacak biçimde denenmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sürgün gelişmesi yüksek tuzlulukta en az, düşük tuzlulukta en fazla olmuştur. Zn uygulaması ile sürgün gelişimi önemli düzeyde artırılmıştır. Tuzluluk etkisinde verimler, Cl⁻ tuzluluğu etkisinde, eşdeğer düzeyde SO₄⁼ tuzluluğuna oranla daha düşük olmuştur. Zn alımında Cl⁻ tuzluluğu etkisinde, Zn kaynağına bağlı olmaksızın azalma görülmüştür.

Bhivare ve Nimbalkar (1984), fasülye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisinde NaCl ve Na₂SO₄ tuzlarının gelişmeye ve inorganik bileşime etkisini incelemiştir. Tuzluluk düzeyleri NaCl-CaCl₂ (1:1) ve Na₂SO₄ tuzları kullanılarak 0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 dS m⁻¹ olarak ele alınmıştır. Sodyum sülfat tuzu ile oluşturulan 2.5 ve 5.0 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyi dışında her iki tuz kaynağı için de tuz miktarları kısıtlayıcı etmendir. Bu düzeydeki tuzluluk ise gelişmeyi artırıcı etkide bulunmuştur. Bitki boyundaki ve kuru madde üretimindeki azalma miktarlarının NaCl tuzunda daha belirgin olduğu ve yine NaCl tuzunun yaşlı yapraklarda en fazla kurumaya neden olduğu ve çiçeklenmeden sonraki dönemde yaprak dökümünü hızlandırdığı belirtilmiştir. Ayrıca NaCl tuzluluğunun klorofil içeriğinde azalmaya neden olduğu, bu durumun Na₂SO₄ tuzluluğunda tersi olduğu, her iki tuzlulukta da kök ve saplardaki P içeriğinin en fazla olduğu saptanmıştır.

Grattan ve Maas (1984), tuzluluk ve P etkisini araştırmak amacıyla 5 soya çeşidinde, -0.04, -0.24 ve -0.44 MPa ozmotik potansiyel ve 0.02, 0.10, 0.20 ve 0.30 mmol L⁻¹ inorganik P (Pi) düzeyini sera koşullarında denemişlerdir. Tuzsuz ortamda artan Pi konsantrasyonu gelişmeye etkili olmamıştır. Ancak tuzluluğun etkisinde bazı çeşitlerde sürgün ve kök gelişimini azaltmıştır. Yüksek tuzlulukta Pi ≥ 0.10 mmol L⁻¹ düzeyi bazı çeşitlerde öldürücü etki yaparken, Pi = 0.02 mmol L⁻¹ düzeyi sadece bir çeşitte hafif klorosis'e neden olmuştur. Ayrıca tuzluluğun artması yapraklarda ve köklerde Pi birikimini artırmıştır.

Kadhem vd. (1985), sulama zamanınının soya fasülyesinde verime etkisini incelemek amacıyla 16 çeşit üzerinde 9 sulama konusu uygulayarak tarla denemeleri yapmışlardır. Sulama konuları olarak generatif gelişme dönemi (R) boyunca 1.1, 2.5, 3.7, 4.7, 5.6, 5.9 ve 6.4 olmak üzere 7 ayrı dönemde (T₁-T₇) yapılan sulama uygulamaları ele alınmıştır. Kontrol konusu (T₀) susuz, (T₈) ise her 7 dönemde de sulama olmak üzere ele alınmıştır. Sulama konularına göre çeşitlerin ortalaması olarak tohum verimleri T₀-T₈ için sırasıyla 3470, 3595, 3530, 3740, 3670, 3630, 3575, 3560 ve 3540 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Çeşit ile sulama konuları interaksiyonu, T₃ (R3.7) ve T₄ (R4.7) konuları genelde en yüksek verimleri verdiğinden önemli bulunmuştur.

Weil ve Khalil (1986), kanatlı fasülye (*Psophocarpus tetragonolobus*) ve soya fasülyesinin karşılaştır-

malı olarak tuza dayanımlarını incelemişlerdir. Bu amaçla serada saksı denemelerinde iki soya fasülyesi çeşidi ile bir kanatlı fasülye çeşidi, kumlu deneme toprağına NaCl karıştırılmak suretiyle oluşturulan saturasyon eriyiğı elektriksel iletkenlik değerleri 0.5, 2.5, 4.5, 6.4 ve 8.5 dS m⁻¹ düzeylerindeki tuzluluk ortamlarında yetiştirilmişlerdir. Tuzluluğun 0.5 dS m⁻¹ olduğı durumda kanatlı fasülye için elde edilen kuru madde birikimi (0.84 g bitki⁻¹), nodozite kütlesi (32 mg bitki⁻¹) ve bitki N içeriğı (24 mgN g⁻¹) değerleri soya fasülyesinde de önemli bir farklılık göstermemiştir. Sonuçlara dayanarak kanatlı fasülye bitkisinin de, denenen soya fasülyesi çeşitleri kadar tuza dayanıklı olduğı vurgulanmaktadır.

Makki vd. (1987), yonca, çim, soya fasülyesi, tatlı mısır ve buğdayda drenaj suyu tuzluluğunun erken gelişmeye etkilerini incelemek amacıyla serada saksı denemeleri yapmışlardır. Kullanılan sulama sularının tuzlulukları 1.7 dS m⁻¹ (kuyu suyu), 14.6 dS m⁻¹ (drenaj suyu) ve bu iki suyun 1:1 oranında karışımından oluşturulan 8.8 dS m⁻¹ 'dir. Tohum çimlenmesi, bitki yüksekliğı, kök uzunluğı, yaprak alanı ve kuru madde analizleri biçiminde elde edilen verimler incelendiğinde, drenaj suyu tuzluluğunun bütün verimleri azalttığı gözlenmiştir. Etkinin büyüklüğü ise bitki türüne göre değişik olmuştur. Orta tuzluluk düzeyinin genelde olumlu etki yaptığını belirtilmektedir.

2.2 Sulama Suyu Bileşiminin Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi Konularında Yapılan Çalışmalar

Wadleigh ve Fireman (1948), değişik kalitedeki sulama sularının karıklarda oluşturacağı tuz dağılımını ve bunun su alımına etkisini laboratuvar koşullarında, kumlu tın toprakta incelemişlerdir. Üç değişik tuzlulukta sulama suyu kullanılmıştır. Suların tuzlulukları 0.65 dS m^{-1} (kontrol) ve bu suya 1:1 oranında NaCl ve CaCl_2 tuzlarından 4000 ve 8000 ppm katılarak oluşturulan sular da 8.0 ve 14.5 dS m^{-1} 'dir. İki sulama aralığında yapılan denemeler sonucunda, tuz birikiminin karık sırtlarında sıralara oranla daha fazla olduğu ve tuzluluğun profil boyunca her iki tuzluluk düzeyinde de azalma gösterdiği belirlenmiştir. Ancak bu birikim sık sulanan konularda ve 14.5 dS m^{-1} 'lik sulama suyu uygulanan konularda daha fazla olmuştur.

Brooks vd. (1958), yüksek Na^+ 'lu sularla sulama halinde, profildeki eriyebilir ve değişebilir katyonları incelemek amacıyla tarla denemeleri yapmışlardır. Parseller buharlaşmayı önlemek amacıyla örtü ile kaplanmış ve 120 cm derinliğe kadar 15 cm aralıklarla toprak suyu örneklerinin alınmasında yararlanılan araçlar (suction probe) yerleştirilmiştir. Sulama suyu %Na değeri 92, katyon toplamı ise 30 me L^{-1} olacak şekilde NaCl ve CaCl_2 ile hazırlanmıştır. Toplam 240 cm su uygulanmıştır. Sonuçlar, teorik ve deneysel olarak elde edilen derinlik-toprak çözelti bileşimi değerlerinin önemli ilişki göster-

diğini ve teorik formülasyonun, yüksek Na^+ 'lu suların kullanılması halinde, %Na ve SAR değerlerinin tahmininde kullanılabileceğini göstermiştir.

Chang (1961), sulama suyu tuzluluğunun ve deği-
şebilir sodyumun, toprağın fiziksel özelliklerine ve bitki gelişmesine etkisini incelemek amacıyla çalışmalar yapmış-
tır. Saksı denemeleri biçiminde yürütölen çalışmalarda,
%3.5, 16.5, 37.4 ve 45.5 olmak üzere 4 toprak ESP düzeyi
ve 0.6 ile 14.7 dS m^{-1} arasında değişen 7 sulama suyu tuz-
luluğu düzeyi ele alınmıştır. Düşük tuzluluk ve sodyumlu-
luktaki sulama suları toprakta Na^+ 'un birikmesine yada Na^+
un profilden uzaklaşmasına çok küçük bir etkide bulunmuş-
lardır. Orta yada yüksek tuzluluktaki sular ve Na:Ca oranı
orta derecede olan sular, düşük Na^+ içeren topraklarda sod-
yumlaşmaya, yüksek Na^+ 'lu topraklarda ise Na^+ 'un profil-
den uzaklaşmasına neden olmuşlardır. Tuzluluğu ve Na:Ca
oranı yüksek olan sular ise, yüksek Na^+ 'lu topraklarda,
 Na^+ 'un profilden yıkanmasına neden olmamış ancak Na^+ içeri-
đi düşük olan topraklarda ESP değerinin artmasına neden
olmuştur. Sonuçta, sulama suyu konsantrasyonunun 3000-
9000 ppm arasında olduğu durumda Na:Ca oranınının toprağın
 Na^+ adsorbsiyonuna, diğer katyonların miktarlarından daha
fazla etkili olduğu, sulama suyu tuz konsantrasyonunun
3000 ppm'den düşük olması durumunda ise tuzların konsant-
rasyonunun önemli olduğu belirtilmiştir.

Babcock vd. (1968), sulama suyu kalitesinin
toprak özelliklerine etkisini incelemek amacıyla lizimet-
re denemeleri yapmışlar ve Na^+ ve Ca^{++} ile Cl^- ve HCO_3^-

iyonlarının değişik oranlarını içeren 9 değişik tuzlulukta su kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda bütün konularda eriyebilir tuz miktarları artma göstermiştir. Kontrol konusunda 0.29 dS m^{-1} olan toprak tuzluluğu, en düşük 0.7 , en yüksek ise 4.0 dS m^{-1} olarak ölçülmüştür. Kullanılan tüm sularda Na^+ ve Ca^{++} iyonu bulunduğundan, bu iyonlar bütün konularda artma göstermiştir. Ancak Ca^{++} miktarı yalnızca Ca^{++} içeriği yüksek suların kullanıldığı konularda artmıştır. Özellikle HCO_3^- içeriği fazla olan suların kullanıldığı konularda ise Ca^{++} azalma göstermiştir. Toprak tuzluluğu her ne kadar derinlikle birlikte artma gösterdi isede, bu durumun tarla koşullarında değişebileceği belirtilmektedir.

Frenkel vd. (1978), profildeki tuz birikiminin ve yüksek Na^+ konsantrasyonunun, toprak hidrolik iletkenliğine ve nem tutulmasına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla pamuk, yonca ve çayır bitkilerini ele almışlar ve bu bitkileri değişik kalitedeki sulama sularına, değişik oranlarda yıkama gereksinimlerini de ekleyerek sulamışlardır. Tuzlu sulama suları, bitkiler topraktan çözelti içerisindeki tuzlardan çok az bir bölümünü aldığından, profildeki tuz konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Bu artış özellikle düşük yıkama gereksinimlerinin kullanıldığı konularda daha belirgindir. Tuzlulaşma ise profil boyunca artma göstermiştir. Bu artış miktarı özellikle yüksek tuzlulukta ve düşük yıkama gereksiniminde, yaratılan ozmotik basınç nedeniyle, normal kök işlevleri için zararlı düzeylere ulaşmıştır. Toprakta yüksek tuz-

luluğun oluşması, özellikle Na^+ ve Cl^- iyonlarının yüksek erirliliği sonucudur. Bitki gelişmesindeki azalmaların da hem Na^+ ve Cl^- 'ün toksik etkisinden ve hem de yüksek tuzluluk nedeniyle oluşan ozmotik basınçtan kaynaklandığı belirtilmektedir. Tuzlu su ile sulamalar sonucunda toprak profilindeki Ca^{++} alt katlara kolay yıkandığından ve oransal olarak Na^+ miktarının artması nedeniyle SAR değerleri artma göstermiştir. Yüksek ESP değerlerinin de bitkiye Na^+ zararı nedeniyle, toprağa ise fiziksel özelliklerini etkilemesi nedeniyle olumsuz etkileri olmuştur.

Pupisky ve Shainberg (1979), suların tuz konsantrasyonu ve SAR değerlerinin kumlu toprakta hidrolik geçirgenliğe olan etkilerini incelemişler ve ESP'nin yüksek ve tuz içeriğinin 0.01 N'in üzerinde olması durumunda kil şişmesinin, düşük ESP ve tuz içeriği durumunda ise kille rin taşınarak porları tıkanmasının hidrolik geçirgenliğin azalmasında ana etken olduğunu belirtmişlerdir. Kil dispersiyonunun, yalnızca çözelti konsantrasyonunun kil tabakalarının flokule hale gelmesine izin verecek düzeyin altına düşmesi durumunda mümkün olabileceği ve kumlu toprakların iyi kalitede su ile yıkanmasından sonra hidrolik geçirgenliğin artmasına neden olabileceği vurgulanmıştır.

Oster ve Schroer (1979), farklı kalitede sulama sularının bitki yetiştirilen bozulmamış toprak kolonlarında, infiltrasyona etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, değişik tuzluluk ve SAR değerlerinde sulama suları kullanmışlardır. Profil boyunca bitki su kullanımından ötürü katyon değişimi beklendiği gibi artma

göstermiştir. Belirli bir konsantrasyonda ise saturasyon eriyiği katyon içeriği, yüksek bikarbonatlı sularda, düşük bikarbonatlı sulara oranla, bikarbonatın CaCO_3 şeklinde çökmesinden ötürü daha düşük olmuştur. Denemenin birinci yılı sonunda infiltrasyon değerleri ise, deneme başlangıcındaki değere göre yaklaşık %95-99 oranında azalmıştır.

Chawla vd. (1983), kumlu tın toprakların tuzlaşma ve yıkanma etkisinde hidrolik özelliklerini araştırmışlardır. Uygulanan sulama suyunun tuz içeriği 2.84 dS m^{-1} SAR değeri $38 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ dir. Toprağın infiltrasyon değeri, toprağın tuzlu hale gelmesiyle 2.45 cm gün^{-1} değerinden 4.2 cm gün^{-1} değerine çıkmış ancak iyi kaliteli su ile yıkama yapıldıktan sonra 0.75 cm gün^{-1} değerine düşmüştür. Hidrolik iletkenlik değeri de tuzlu toprakta daha fazla olmuştur. Tansiyometrik verilerle toprak nem karakteristikleri birlikte incelendiğinde, belirli bir toprak nem tansiyonunda tuzlu toprak koşulunda tutulabilen su miktarı, tuzsuz toprak koşuluna göre daha yüksektir. Yine elde edilen sonuçlara göre, henüz tuzlu hale gelen bir toprakta hidrolik özelliklerin, yıkama yapıldığında yada yağışlardan sonra kötüleşme eğilimi gösterebileceği belirtilmiştir.

Zartman ve Gichuru (1984), düşük kaliteli sulama sularının toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini incelemek amacıyla tarla denemeleri yapmışlardır. İki değişik kalitede (elektriksel iletkenlikleri 1.5 ve 12 dS m^{-1} ve SAR değerleri 4.5 ve $11 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$) sulama

suyu üç değişik düzeyde olarak uygulanmıştır. Sonuçta sulanan tüm parsellerde eriyebilir tuzlar artma göstermiştir. Bu artış tuz içeriği daha fazla olan suların uygulandığı parsellerde daha da yüksek olmuştur. Kontrol konusunda 0.4 dS m^{-1} olan toprak tuzluluğu, yüksek tuzlu suların uygulandığı konularda 6.0 dS m^{-1} düzeyine kadar çıkmıştır. Eriyebilir Na^+ ve Ca^{++} ile SAR değerleri de en fazla artışı, tuzluluğu daha yüksek olan suların kullanıldığı konularda göstermiştir. Eriyebilir Mg^{++} ise daha iyi kalitede suların kullanıldığı konularda yüksek bulunmuştur. Bunun yanında tuzlu sulama sularının kullanılması A_p horizonunda hidrolik geçirgenlik değerinin azalmasına neden olmuştur.

Bajwa vd. (1986), tuzlu sulama sularının sürekli kullanılması durumunda toprak tuzluluğu ve bitki gelişmesinde oluşacak etkilenmelerin belirlenebilmesi için tarla denemeleri yapmışlardır. Kullanılan sulama suyu tuzluluğu 3.2 dS m^{-1} , SAR değeri $21 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ ve RSC değeri 4 me L^{-1} 'dir. Uygulama sırasında suyun RCS değerini sıfıra indirecek jips miktarı, bazı konularda sulama suyuna katılarak uygulanmıştır. Ayrıca deneme konuları olarak, gerekenden %50 eksik ve fazla su miktarı ile iyi ve düşük kaliteli suların biribirinin peşisıra uygulanması şekli de ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, 10 yıl süren bu çalışmaların ilk yıllarındaki toprak tuzluluğu artışı çok yüksektir. Ancak son 5 yılda sulama suyu tuzluluğu ile toprak tuzluluğu değerleri hemen hemen aynıdır. Tuzlu sulama pH ve %Na değerlerinin

artmasına neden olmuştur. Bunun yanında infiltrasyon ve bitki gelişmesi azalma göstermiştir. Jips uygulanan kollarında ise, profilden Na^+ yıkanması nedeniyle pH ve %Na değerleri azalmış ve sonuçta infiltrasyon ve bitki gelişmesi artmıştır. İyi ve düşük kaliteli suların birbirinin peşisıra uygulanması iyi sonuç vermiş ancak %50 fazla yıkama suyu uygulaması, tuzluluğun kontrolü açısından bir sonuç vermemiştir.

Miyamoto vd. (1986), sert kabuklu meyve ağaçlarının tuzlu sulama sularına tepkisini ve toprak tuzlulaşmasını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, 1.1 ve 4.3 dS m^{-1} tuzlulukta sulama suları kullanmışlardır. Toprak tuzluluğu 0-60 cm profilde 1.1 ve 4.3 dS m^{-1} 'lik sulama suları için sırasıyla 1.5 dS m^{-1} 'den 2.2 ve 4.2 dS m^{-1} 'ye, Na^+ içerikleri de 17 ve 33 me L^{-1} 'ye çıkmıştır. Yıkama fraksiyonları ise yine 1.1 ve 4.3 dS m^{-1} 'lik sulama suları için sırasıyla %13 ve 37 olmuştur.

Papadopulos (1987), sülfatlı sularla yapılan sulamaların toprak tuzluluğu ve bitki gelişmesine etkilerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmalarda, SO_4^{2-} miktarı 15 ve 35 me L^{-1} olan ve ayrıca Cl^- ve Na^+ içerikleri 18 ve 14 me L^{-1} olan karışımlar kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprak tuzluluğu ve SAR değerleri, tuzlu suların kullanıldığı koşullarda artma göstermiştir. Na^+ ve Cl^- karışımı içeren sulama sularının ise toprak tuzluluğuna etkisi daha büyük olmuştur.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanının tanıtılması

Araştırmada tarla denemeleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Sarayköy Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda yürütülmüştür. Deneme alanı Ankara-Yenimahalle İlçesine bağlı Sarayköy sınırları içerisinde, Ankara-İstanbul karayolu üzerinde ve Ankara'ya 30 km uzaklıktadır. Mürted Ovası içerisinde yer alan deneme alanının iklim ve toprak özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1.1 İklim özellikleri

Araştırma alanı denizden uzak ve dağlar ile çevrili olduğundan iklimi İç Anadolu Bölgesi'ne has, tipik kara iklimidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün uzun yıllık gözlemlerinin yer aldığı, yöreye en yakın Etimesgut Meteoroloji İstasyonunda ölçülen ortalama sıcak-

lık, en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık, yağış ve günlük en çok yağış değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Yörede 50 yıllık verilere göre, en yüksek sıcaklık 40.4°C , en düşük sıcaklık -25.0°C , yıllık ortalama sıcaklık 10.5°C ve yıllık ortalama toplam yağış 375.75 mm olarak ölçülmüştür (Anonymous 1984).

3.1.1.2 Toprak özellikleri

Araştırma alanı topraklarının büyük kısmı, akarsular tarafından taşınarak yığılmış genç sedimentler üzerinde, düz ve düze yakın eğimde oluşmuş, A-C profilli azonal genç topraklardır. Kahverengi Büyük toprak grubu içerisinde yer alan bu toprakların derinliği 120 cm'den fazladır. Toprak bünyesi genellikle killidir. Yer yer prizmatik ve masif strüktürlüdür. Kuru iken sert olan bu topraklar, nemli iken sıkı, yaş iken yapışkan ve plastiktirler (Dizdar 1981).

3.1.1.3 Su kaynakları özellikleri

Yörenin başlıca yüzey suyu kaynağını, kuzeyde Yıldırım ve Aydos dağlarından beslenen ve Mürted Ovasını kuzeyden güneye doğru kateden Ova Çayı oluşturmaktadır. Ova Çayı'na batıdan ve doğudan çok sayıda yan dere karışmasına karşın en büyük kolu Kurtboğazi deresidir. DSİ'nin Ova Çayı girişinde ve çıkışında yer alan akım gözlem is-

Çizelge 3.1 Araştırma Alanı Yakınında Yeralan Etimesgut Meteoroloji İstasyonunda
Elde Edilen Bazı Meteorolojik Bulgular (ANONYMOUS 1984)

Gözlem	Gözlem Süresi Yıl	A Y L A R												Yıllık
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Sıcaklık °C	1930-80 28	-1.1	1.3	5.6	9.7	14.1	17.9	21.2	21.6	16.7	11.4	5.9	1.7	10.5
En yüksek Sıcaklık °C	1930-80 28	16.1	19.4	26.0	31.1	34.8	36.6	40.4	39.8	37.2	34.5	25.0	18.5	40.4
En düşük Sıcaklık °C	1930-80 28	-24.1	-25.0	-14.9	-8.4	-2.1	0.9	4.0	3.6	-5.4	-8.7	-12.8	-24.2	-25.0
Yağış mm	1931-80 31	44.16	37.45	36.60	42.35	48.17	27.98	12.79	11.47	19.27	21.59	25.45	48.47	375.76
Günlük En Çok Yağış mm	1931-80 31	34.8	34.9	34.6	30.8	31.2	36.0	39.0	23.4	46.5	33.6	24.7	30.9	46.5

tasyonlarında ölçülen ortalama akımlar, sırasıyla 3.541 ve $1.640 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, bu suyun kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda da suyun elektriksel iletkenlik değeri girişte ve çıkışta sırasıyla 0.35 ve 0.76 dS m^{-1} bulunmuştur. Suyun sınıfı C_2S_1 olarak verilmektedir (Anonymous 1976).

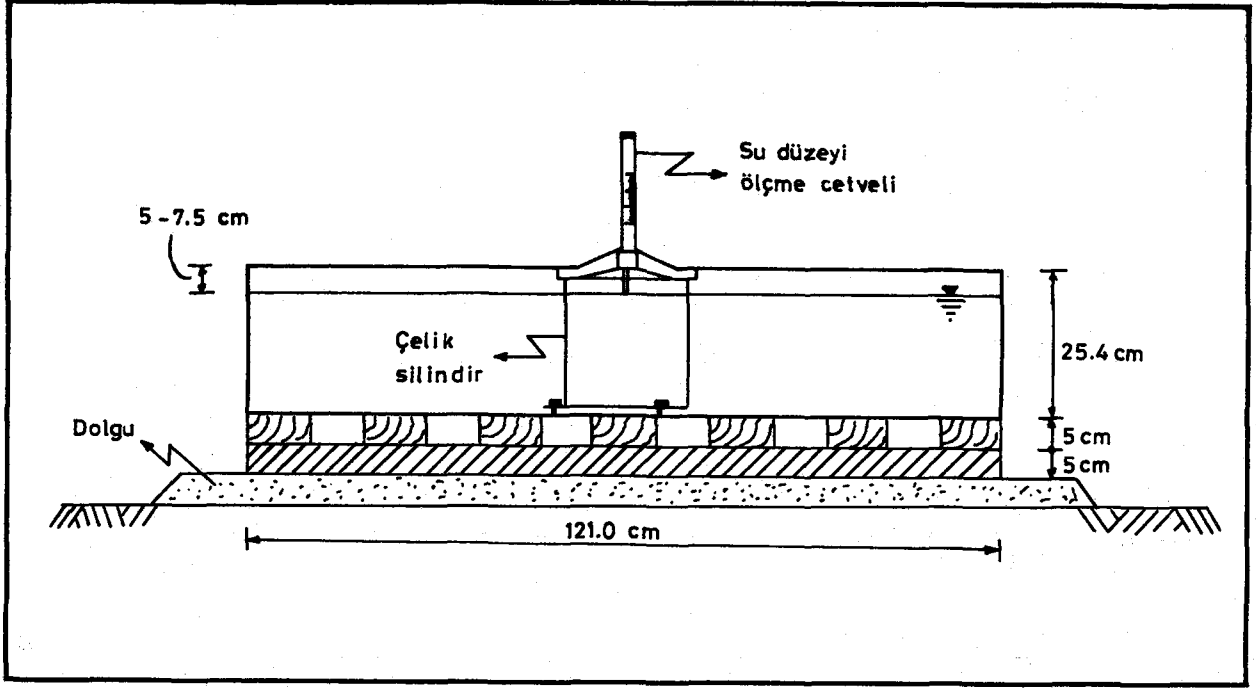
Yörede yeraltı suyu kaynağı olarak kamu yada özel sektör tarafından açılmış ve halen kullanılmakta olan çok sayıda kuyu bulunmaktadır.

Çalışmada sulama amacıyla, yüzey su kaynağı (Ova Çayı) ve deneme alanı yakınındaki yeraltı su kaynağı kullanılmıştır.

3.1.2 Buharlaşma ölçüm kabı

Araştırmada günlük buharlaşma miktarları A sınıfı buharlaşma kabı ile ölçülmüştür. A sınıfı buharlaşma kabı 121.0 cm çapında, 25.0 cm derinliğinde, galvanize çelikten yapılmış üstü açık bir silindir olup üzerinde hayvanların su içmesini önleyen bir tel kafes bulunmaktadır.

Buharlaşma kabı zeminden 15 cm yükseklikte olacak biçimde tesviyeli bir ahşap iskele üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.1). Okumalar 0.01 mm duyarlılıkta mikrometrelili bir su düzeyi ölçme cetveli ile yapılmıştır. Su düzeyi ölçme cetveli kullanılırken su dalgalanmalarını önlemek amacıyla 17.5 cm çapında ve 23 cm yüksekliğinde bir metal silindir kullanılmıştır.



Şekil 3.1 A Sınıfı Buharlaşma Ölçüm Kabı Kesiti

3.1.3 Kullanılan kimyasal maddeler

Belirlenen sulama suyu tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında üç çeşit kimyasal madde kullanılmıştır. Bunlar suda eriyebilir sodyum klörür (NaCl), kalsiyum klörür (CaCl_2) ve magnezyum klörür (MgCl_2) tuzlarıdır.

3.1.4 Sulamalarda kullanılan yardımcı ekipmanlar

Sulamalar sırasında sulama suyunun kaynaktan alınıp deneme alanına kadar getirilmesinde 2.5 ve 3.0 ton hacminde, lastik tekerlekli ve traktörle çekilebilen iki su tankından yararlanılmıştır (Şekil 3.2). Yeraltı suyuna tuz eklenerek oluşturulan sulama sularının hazır-



Şekil 3.2 Araştırmada Kullanılan 2.5 Ton Hacmindeki Su Tankı

lanması işlemlerinde de, hacmi belirli olan söz konusu su tanklarından yararlanılmıştır. Parsel içerisinde ise sulama sularının bitki sıra aralarına açılmış yüzlek karıklara verilmesi işlemlerinde, Şekil 3.3'de görülen tarla başı musluklu borusundan yararlanılmıştır. Tarlabası musluklu borusu girişine bağlanan bir filtre-vana sistemi yardımıyla da, verilen su miktarları ölçülmüştür (Şekil 3.4).

3.1.5 Bitki materyali

Araştırmada bitki materyali olarak, Deniz (1984)



Şekil 3.3 Sulamalarda Kullanılan Tarla Başı Musluklu Borusu



Şekil 3.4 Sulama Ekipmanlarından Filtre-Vana Sistemi

tarafından Ankara koşullarında sulu şartlarda denenen ve yöre için önerilen Calland soya fasülyesi çeşidi kullanılmıştır.

Calland orta boylu, orta erkenci, çiçek rengi mor, bakla rengi kahverengi ve tohum rengi sarı olan bir soya fasülyesi çeşididir (Deniz 1984, Helaloğlu 1987, Deniz 1988).

3.2 Yöntem

3.2.1 Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.1.1 Toprak örneklerinin alınması

Araştırma alanı topraklarının çeşitli fiziksel ve verimlilik analizlerinin yapılabilmesi amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Toprağın hacim ağırlığının belirlenebilmesi amacıyla, alanı niteleyecek bir yerde açılan yaklaşık 100 cm derinliğindeki boy çukurundan, 0-90 cm toprak profilinin her 30 cm'lik katmanı için, 100 cm³'lük çakma silindirleri ile bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Blake 1965).

Deneme alanı topraklarının tarla kapasitesi, devamlı solma yüzdesi ve bünye sınıfı analizleri için ise deneme alanında, her blok için iki yerden olmak üzere toplam 6 yerden 0-90 cm derinlikten, her 30 cm'lik katman için, toprak burgusu ile bozulmuş toprak örnekleri alın-

mıştır (Peterson ve Calvin 1965).

Deneme alanı topraklarının tuzluluk analizleri için de, her bloğun iki yerinden olmak üzere 0-20, 20-40, 40-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır.

Ayrıca verimlilik analizleri amacıyla da alanı niteleyecek şekilde 4 yerden 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden kovan burğu ile bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Ülgen ve Yurtsever 1984).

3.2.1.2 Sulama suyu örneklerinin alınması

Araştırmada sulama amacıyla kullanılacak iki su kaynağı olan Ova Çayı kaynağı ve yeraltı suyu kaynağından, arazi denemelerine başlamadan önce, kalitelerinin belirlenebilmesi amacıyla Ayyıldız (1983)'de verilen esaslara göre sulama suyu örnekleri alınmıştır. Bu amaçla örnekler Ova Çayının durgun olmayan bir yerinden, yeraltı suyu kaynağında ise pompa 15-20 dakika çalıştırıldıktan sonra alınmıştır. Ayrıca sulamalar sırasında da kaliteyi saptamak amacıyla, kullanılan tüm sulama sularından örnekler alınmıştır (Cordonnier ve Johnston 1983).

Örneklerin analizine laboratuvarında aynı gün başlanılmıştır.

3.2.1.3 Deneme düzeni

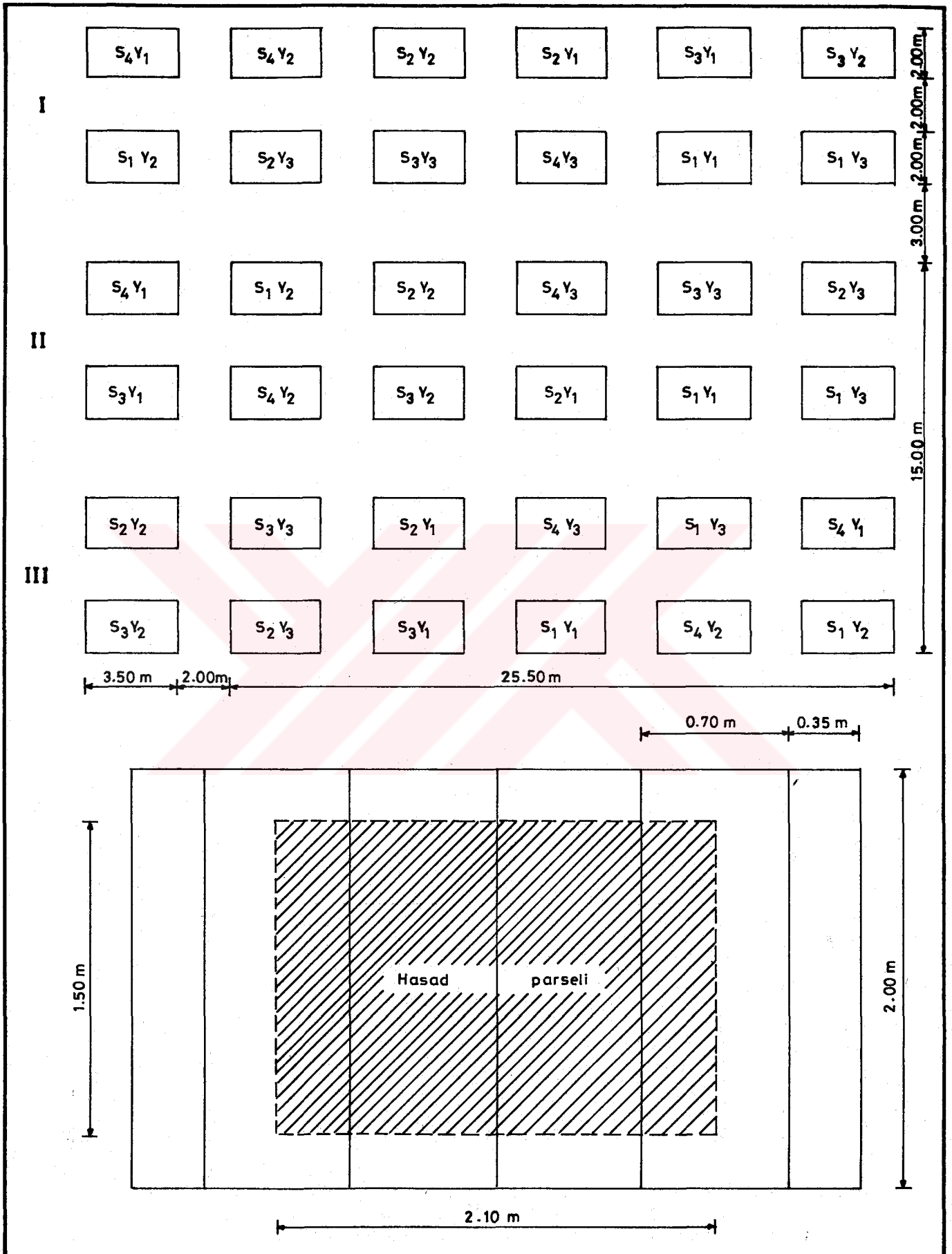
Araştırma, soya fasülyesinde (*Glycine max* L.

Merrill) farklı sulama suyu kalitesini içeren 4 konunun ve farklı yıkama gereksinimlerini içeren 3 konunun, 3 tekrarlamalı olarak denendiği 4x3 faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme desenine göre Yurtsever (1982)'de yer alan esaslara göre düzenlenmiş ve yaklaşık 0.5 dekarlık bir alanda kurulmuştur (Şekil 3.5).

Parsel ölçüleri ekimde 350x200 cm, hasadda ise 210x145 cm olacak şekilde düzenlenmiştir. Bitki sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 5 cm olarak alındığından (Deniz 1984, Deniz vd. 1980, Çelik ve Akar 1985), her parseldeki bitki sayıları ekimde ve hasadda sırasıyla 195 ve 87 adet olmuştur.

Araştırmada 4 değişik kalitede sulama suyu kullanılmıştır. Bunlardan ilki Ova Çayı suyudur (S_1). İyi kalitede olan bu suyun toplam tuzluluğu 0.6 dS m^{-1} 'dir. İkincisi, toplam tuzluluğu 1.5 dS m^{-1} olan orta kalitedeki yeraltı su kaynağından sağlanan sudur (S_2). Daha tuzlu sulama suları ise, yeraltı suyuna, hacmi belli su tanklarında NaCl , CaCl_2 ve MgCl_2 tuzları eklenerek oluşturulmuştur (Legerwerff ve Holland 1960, Maas vd. 1983). Tuz eklenerek oluşturulan sulama sularının toplam tuzlulukları 2.5 (S_3) ve 5.0 dS m^{-1} (S_4) düzeylerinde tutulmuştur.

Yıkama gereksinimi miktarları ise sırasıyla %0 (Y_1), 25 (Y_2) ve 50 (Y_3) olarak alınmış ve bu miktarlar her sulama sırasında gereksinilen sulama suyu miktarına eklenerek uygulanmıştır (Frenkel vd. 1978). Bu şekilde kalitesi iyi olmayan sulama sularının belirli yıkama gereksinimleri ile birlikte uygulanması halinde, suyun tuz kapsamı nedeniyle



Şekil 3.5 Deneme Düzeni Şeması

daha önceden profilde biriken tuzların yıkanarak, bu düşük kalitedeki sulama sularının toprakta yaratacağı bazı olumsuz etkilerin önlenmesinin mümkün olup olmadığı araştırılmıştır.

Sulama suyunun toplam tuzluluğu yanında, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değeri de toprak ve bitki özelliklerine etkilidir (Anonymous 1954, Christiansen vd. 1977, Rijtema 1981). Araştırmada yalnızca sulama suyunun toplam tuzluluk yönünden oluşturduğu etkiler incelenmiş ve bu amaçla, tuz eklenerek oluşturulan sulama sularının SAR değerleri, yeraltı suyunun SAR değeri olan $5 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ dolaylarında tutulmaya çalışılmıştır.

Toprak sodyumluluğu ise, toprağın SAR değerinin yanında yine onun kadar çözeltideki Ca:Mg oranı tarafından da etkilenmektedir (Paliwal ve Gandhi 1976). Bu nedenle tuz eklenerek oluşturulan sulama sularında Ca:Mg oranının eklenen miktarları 1:1 olarak alınmıştır (Poonia ve Pal 1979).

3.2.1.4 Günlük buharlaşma miktarlarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarlarının ölçülmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla her gün saat 9.30'da, mikrometrelili su düzeyi ölçer yardımıyla kab içerisindeki suyun yüksekliği ölçülmüştür. Günlük buharlaşma miktarları iki ölçüm arasındaki farktan belirlenmiştir. Kabtaki su düzeyinin ise, üst kısımdan itibaren 5-7.5 cm'de tutulmasına özen gösterilmiştir (Yıl-

dırım ve Madanoğlu 1985).

3.2.1.5 Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi

Sulama zamanının belirlenmesinde toprak nem içeriği gözlemleri esas alınmıştır. Sulamada ıslatılacak toprak derinliği olarak, soya fasülyesi etkili kök derinliği olan 60 cm toprak derinliği esas alınmıştır (Mayaki vd. 1976, Mitchell ve Russell 1971, Reicosky ve Deaton 1979).

Deneme başlangıcında ekimden hemen sonra, tohumların çıkışını kolaylaştırmak için sık aralıklarla bir iki kez yağmurlama yöntemi ile çimlenme suyu verilmiştir.

Nem gözlemlerine ekimle birlikte başlanılmıştır. Sulamalardan hemen önce ve sulamalar arası dönemde de toprak nem gözlemleri, profildeki nem içeriğinin izlenebilmesi amacıyla sürdürölmüş ve hasadda sona erdirilmiştir (Taylor vd. 1961).

Topraktaki nem değişimi, deneme başlangıcında ve sonunda 0- 90 cm prfilde izlenmiştir. Sulama suyu gereksiniminin belirlenebilmesi amacıyla ise, ikinci blokta bulunan parsellerde 0-60 cm profildeki nem değişimi incelenmiştir (Kanber 1984).

Toprak nem içerikleri gravimetrik olarak belirlenmiştir

3.2.1.6 Tarım tekniği

Araştırmada deneme biçimi, çakılı parsel şeklinde olmadığından denemeler, 1986 ve 1987 yıllarında aynı yörede ancak farklı alanlarda kurulmuştur. Her iki yılda da tarla hazırlığı, ekim, gübreleme, bakım, tarımsal mücadele ve hasad işlemleri aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

a-Tarla hazırlığı: Deneme alanı sonbaharda derin olarak sürülmüş, ekimden öncede discharrow ile ikileme yapılarak iyi bir tohum yatağı hazırlanmasına çalışılmıştır. Tırmık ile toprak yüzeyi tesviye edilmiş, büyük kesekler ufalanmış ve yabancı otlar temizlenmiştir. Daha sonra alana $4 \times 3 = 12$ parselden oluşan 3 blok aplike edilmiş, parsel içleri ikinci bir kez tırmıkla tesviye edilmiştir.

b-Ekim: Ekim, parsellerde uzun kenar boyunca açılan 70 cm aralıklı çizilere, her 5 cm'ye 3 tohum gelecek şekilde, 3-5 cm derine, elle yapılmıştır. Ekimden hemen önce soya fasülyesi tohumları, 100 kg tohum için 1 kg olacak şekilde *Rhizobium japonicum* bakterisi ile aşılanmıştır (Deniz vd. 1980, Özdemir 1983, Deniz 1984, Ocaktan 1985, Çelik ve Akar 1985).

c-Gübreleme: Gübreleme amacıyla azotlu gübre $3 \text{ kg da}^{-1} \text{N}$ hesabı ile ekimde serpmeye olarak bütün parselde, fosforlu gübre ise $8 \text{ kg da}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$ hesabı ile yine ekimde bitki sıralarına verilmiştir.

d-Bakım: Çimlenmeden sonra bitkiler kabaca sey-

retilmişlerdir. Bu ilk seyreltmeden bir kaç gün sonra ise her parseldeki bitki sayısının olması gereken sayıya getirilmesi için ikinci bir seyreltme yapılmıştır.

Birinci, ikinci ve üçüncü sulamalardan sonra hem oluşan kaymak tabakasının kırılması ve hemde yabancı otların temizlenmesi amacıyla, el çapası ile çapalama yapılmıştır.

e-Tarımsal mücadele: Denemeler süresince yalnızca 1986 yılında V2 gelişme dönemi sırasında bitki yapraklarında görülen yaprak biti zararlısına karşı, Decis 2.5 EC-sentetik pretroit %0.03 dozunda, sırt pülverizatörü ile yapraklara püskürtmek yoluyla kullanılmıştır.

f-Hasad: Bitkilerin hasadı, soya fasülyesinin tüm yapraklarını sarartıp döktüğü ve bakla rengini kahverengine dönüştürdüğü R11 hasad olgunluğu döneminde yapılmıştır (Hanway ve Thompson 1971).

Uygulanan sulama suyu kalitesine göre bitkiler değişik zamanlarda hasada gelmişlerdir. Bu nedenle de hasad, sırayla olgunluğa gelen parsellerin toplanması şeklinde yaklaşık 10-12 günde tamamlanmıştır.

Hasad sırasında bitkiler bağ makası ile toprak yüzeyinden kesilerek, parseller itibariyle ayrı ayrı torbalanıp, harman edilmiştir.

3.2.2 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.2.1 Toprak fiziksel analizleri

Araştırma alanı topraklarının bünye, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve devamlı solma yüzdesi analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

a-Toprak bünyesi: Bouyoucos (1951)'de belirtilen esaslara göre, hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bünye sınıfının belirlenmesinde toprak sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır.

b-Hacim ağırlığı: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, bozulmamış toprak örnekleri 105°C'de kurutulduktan sonra belirlenmiştir.

c-Tarla kapasitesi: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, poroz levhali basınç aleti ile, örnekler doyurulduktan sonra 1/3 atm değerinde basınç uygulanarak saptanmıştır.

d-Devamlı solma yüzdesi: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, poroz levhali basınç aleti ile, örnekler doyurulduktan sonra 15 atm değerinde basınç uygulanarak belirlenmiştir.

3.2.2.2 Toprak verimlilik analizleri

Araştırma alanı topraklarının verimlilik analizleri olan saturasyon, toplam tuz, toprak reaksiyonu (pH), kireç, yarayışlı bitki besin maddelerinden fosfor, potasyum ve organik madde analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

a-Saturasyon: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, toprağa doygun hale gelinceye kadar saf su eklemek yoluyla belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

b-Toplam tuz: Bower ve Wilcox (1965)'de belirtilen esaslara göre, saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.

c-Toprak reaksiyonu (pH): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, hazırlanan saturasyon çamurunda iki saat sonra cam elektrodlu Beckman pH-metresi ile saptanmıştır.

d-Kireç (CaCO_3): Allison ve Moodie (1965)'de belirtilen esaslara göre, volumetrik kalsimetre ile bulunmuştur.

e-Yarayışlı fosfor (P): Olsen vd. (1954)'de belirtilen esaslara göre, ekstrakt eriyiği olarak 0.5 M sodyum bikarbonat (pH=8) kullanılarak kolorimetrik olarak saptanmıştır.

f-Yarayışlı potasyum (K): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, 1.0 N amonyum asetat (pH=7.0) ekstrakt eriyiği kullanarak Beckman fleymfotometresi ile belirlenmiştir.

g-Organik madde: Anonymous (1954)'de belirtilen Walkley-Black yönteminin modifiye edilmiş şekli uygulanarak saptanmıştır.

3.2.2.3 Toprak tuzluluk analizleri

Araştırma alanı topraklarında deneme öncesi ve deneme sonrası tuzluluk analizleri, Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre elde edilen saturasyon ekstraktlarında yapılan analizlerle belirlenmiştir.

a-Toplam tuz: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, saturasyon ekstraktında elektriksel iletkenlik aleti ile bulunmuştur.

b-Çözelti reaksiyonu (pH): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, cam elektrodlu Beckman pH-metresi ile belirlenmiştir.

c-Kalsiyum (Ca^{++}) ve Magnezyum (Mg^{++}): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, versenat titrasyonu yöntemine göre belirlenmiştir.

d-Sodyum (Na^+) ve Potasyum (K^+): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, asetilene gazlı fleymfotometre aleti ile saptanmıştır.

e-Karbonat ($\text{CO}_3^{=}$) ve Bikarbonat (HCO_3^-): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, sülfürik asit titrasyonu ile bulunmuştur.

f-Klor (Cl^-): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, gümüş nitrat titrasyonu yöntemi ile belirlenmiştir.

g-Sülfat ($\text{SO}_4^{=}$): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, baryum sülfat biçiminde çökeltme yöntemine göre saptanmıştır.

h-Bor (B): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, karmen eriyiği kullanarak kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir.

i-Katyon değiştirme kapasitesi: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, amonyum asetat ekstraksiyonu ile bulunmuştur.

j-Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, değişebilir sodyum ve katyon değiştirme analizlerinden yararlanarak saptanmıştır.

3.2.2.4 Sulama suyu kalite analizleri

Araştırmada sulama sularının kalite analizleri olarak, sulama suyu örneklerinde yapılan toplam tuz (elektriksel iletkenlik), pH, kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}), sodyum (Na^+), potasyum (K^+), karbonat (CO_3^{--}), bikarbonat (HCO_3^-), klor (Cl^-) ve bor (B) analizleri 3.2.2.3 başlığı altında verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.2.5 Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Bitki su tüketimi değerleri, yıkama gereksinimi uygulanmayan Y_1 konularından toprak nem değişiminin izlenmesi yöntemiyle, su dengesi eşitliği kullanılarak belirlenmiştir (Beyce vd. 1972). Bu eşitlik şu şekildedir,

$$\text{Giren su} - \text{çıkan su} = \text{Depolamadaki değişim } (\mp \Delta S) \quad (3.1)$$

Burada: Giren su = Yağışlar (P) + Yüzey akışla gelen su + Toprak altı akışla gelen su + Sulama suyu (I), çıkan su = Eva-

potranspirasyon (U)+Yüzey akışla çıkan su+Derine sızma ile kaybolan su'dan oluşmaktadır.

Denemeler kontrollü olduğundan, yani parseller seddelerle korunmuş olduğundan ve ölçülü su verildiğinden yukarıda verilen 3.1 nolu eşitliği aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz;

$$U = (P + I) - \Delta S \quad (3.2)$$

3.2.2.6 A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarından, bitki su tüketiminin tahmin edilebilmesi olanakları, kullanımı kolay olduğundan pek çok araştırmacı tarafından benimsenmiştir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985, Kanber ve Güngör 1986, Selenay 1986).

Buharlaşma miktarı ile referans bitki su tüketimi arasındaki ilişki şu şekilde verilmektedir;

$$ET_o = k_p \times E_p \quad (3.3)$$

Burada: ET_o =Referans bitki su tüketimi, k_p =Buharlaşma kabı katsayısı, E_p =Kabtan ölçülen buharlaşma miktarını belirtmektedir.

Referans bitki su tüketimi değerinden bitki su tüketiminin belirtilebilmesi için eşitliğe bitki katsayısı

(k_c) değeri katılır;

$$ET = k_c \times ET_0 \quad (3.4)$$

Burada: ET =Bitki su tüketimi ve k_c =Bitki katsayısıdır.

Yukarıda verilen 3.3 ve 3.4 nolu eşitlikleri birlikte inceleyip, $K_c = k_c \times k_p$ yazılımı eklendiğinde;

$$ET = K_c \times E_p \quad (3.5)$$

eşitliğini elde ederiz (Yıldırım ve Madanoğlu 1985, Kanber ve Güngör 1986). Bu eşitlikte: K_c =Bitki ve buharlaşma kabına bağlı bir katsayıdır.

3.2.2.7 Bitki kalite analizleri

Bu alt bölümde, soya fasülyesi tanesinde yapılan fiziksel ve kimyasal bileşim unsurları analizleri açıklanmıştır.

3.2.2.7.1 Fiziksel bileşim unsurları

Soya fasülyesi tanesinde fiziksel bileşim unsurları olarak 1000 tohum ağırlığı, nem kapsamı, toplam kül ve ham yağ miktarı analizleri aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

a-1000 Tohum ağırlığı: Gökçora (1973)'de belirtilen esaslara göre, 4 adet 100 tohum ağırlığı bulunarak bunların ortalaması alınmıştır.

b-Nem kapsamı: Kacar (1972)'de belirtilen esaslara göre, 105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurularak belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

c-Toplam kül: Regnel (1976)'da belirtilen esaslara göre, 900°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakma yoluyla belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

d-Ham yağ: Regnel (1976)'da belirtilen esaslara göre, söksele cihazında n-Hexan ekstraksiyonu ile saptanmıştır.

3.2.2.7.2 Kimyasal bileşim unsurları

Soya fasülyesi tanesinde kimyasal bileşim unsurları olarak protein ve mineral madde analizleri aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

a-Protein: Kruger ve Bielig (1976)'da belirtilen esaslara göre, Kjeldahl yöntemi ile toplam azot miktarının bulunması şeklinde belirlenmiştir. Faktör olarak 6.25 kullanılmıştır.

Mineral madde analizleri için, öğütülmüş soya fasülyesi tanesi örnekleri Kacar (1972)'de belirtilen yağ yakma yöntemine göre analize hazırlanmıştır.

b-Sodyum (Na^+), Potasyum (K^+) ve Kalsiyum (Ca^{++}): Kacar (1972)'de belirtilen esaslara göre, acethylene gazlı flamefotometre aleti ile belirlenmiştir.

c-Magnezyum (Mg^{++}), Demir (Fe) ve Çinko (Zn): Kacar (1972)'de belirtilen esaslara göre, yakıt olarak acethylene gazının, oksitleyici olarakta havanın kulla-

nildiği atomic absorbsiyon spectrofotometre aleti ile saptanmıştır.

d-Fosfor (P): Kacar (1972)'de belirtilen esaslara göre, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre, spectrofotometre aleti ile belirlenmiştir.

e-Klor (Cl^-): Kacar (1972)'de belirtilen esaslara göre, gümüş nitrat titrasyonu yöntemi ile bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMASI

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel, verimlilik ve tuzluluk analizlerine ilişkin bulgular, sulama suyu kalite analizi bulguları, sulama ve su tüketimi bulguları, bitki tane verimine ilişkin bulgular ve bitki tanesi fiziksel ve kimyasal bileşim unsurlarına ilişkin bulgular verilmiş ve bu bulguların çeşitli yönlerde tartışmaları yapılmıştır.

4.1 Toprak ve Su Örneklerinin Analiz Bulguları ve Tartışması

4.1.1 Toprak fiziksel analizleri

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda deneme alanı topraklarından, çeşitli derinliklerden alınan örneklerin fiziksel analiz bulguları Çizelge 4.1'de verilmiştir. İlk yıl denemelerinin yürütüldüğü alandaki toprak bünyesi, ikinci yıl denemelerinin yürütüldüğü alandaki toprak bünyesinden daha hafiftir. Bunun sonucu olarak ilk yıl deneme alanı topraklarının su tutma kapasiteleri daha düşük, geçirgenlikleri ise daha fazladır. Hacim ağırlığı değerleri, daha hafif bünyeli olan 1986 yılı deneme alanı topraklarında $1.08-1.18 \text{ g cm}^{-3}$ arasında, 1987 yılı deneme alanı topraklarında ise $1.21-1.26 \text{ g cm}^{-3}$ arasında

Çizelge 4.1 Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Analiz Bulguları

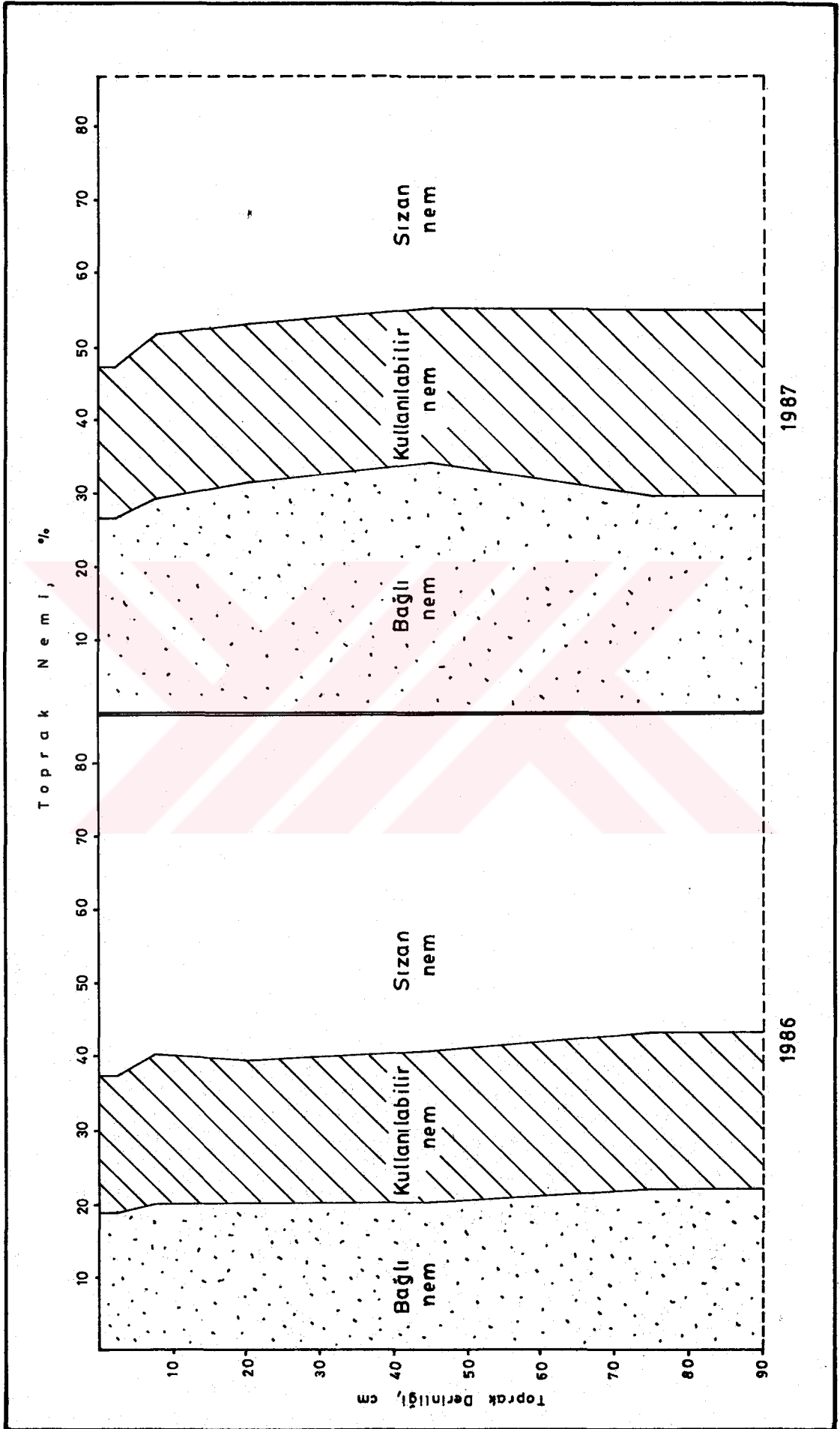
Toprak Derinliği cm	Hacim Ağırlığı g cm ⁻³	Tarla Kapasitesi		Devamlı Solma Yüzdesi		Kullanılabilir Nem mm 30 cm ⁻¹	Kum %	Silt %	Kil %	Bünye Sınıfı	Hidrolik Geçirgenlik
		%	mm	%	mm						
1986	0-5	1.08	37.6	20.3	18.8	10.2	17.2	38.2	44.6	C	Orta
	5-10	1.08	40.2	21.7	20.2	10.9	15.8	38.5	45.7	C	Orta
	10-30	1.13	39.5	89.3	20.1	45.4	18.3	40.4	41.3	S1C	Orta
	0-30	1.11	39.3	130.9	19.9	66.3	64.6	17.7	39.7	C	Orta
	30-60	1.15	40.6	140.1	20.1	69.3	70.7	20.4	39.6	CL	Orta-Yavaş
	60-90	1.18	43.8	155.1	21.9	77.5	77.5	19.3	45.2	S1C	Orta-Yavaş
1987	0-5	1.26	47.0	29.6	26.3	16.6	5.1	24.5	70.4	C	Orta
	5-10	1.22	51.4	31.4	29.5	18.0	4.6	25.1	70.3	C	Orta
	10-30	1.26	53.1	133.8	31.5	79.4	80.6	5.3	23.5	C	Orta-Yavaş
	0-30	1.25	51.8	194.3	30.3	113.6	76.6	5.2	23.9	C	Orta-Yavaş
	30-60	1.21	55.1	200.0	34.0	123.4	97.9	4.7	23.1	C	Orta-Yavaş
	60-90	1.25	55.6	208.5	29.5	110.6		2.4	23.7	C	Yavaş

bulunmuştur. Toprak tarla kapasitesi değerleri 1986 yılı için %37.6-43.8 arasında, 1987 yılı için %47.0-55.6 arasında olmuş, aynı şekilde devamlı solma yüzdesi değerleride 1986 ve 1987 yılları için sırasıyla %18.8-21.9 ve %26.3-34.0 arasında bulunmuştur. Toprağın 0-90 cm derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri 1986 yılı için 64.6-77.5 mm 30cm^{-1} arasında, 1987 yılı için ise 76.6-97.9 mm 30cm^{-1} arasında olmuştur. Toprak hidrolik geçirgenlik düzeyleri de 1986 yılı topraklarında "orta"- "orta yavaş" arasında, 1987 yılı topraklarında ise "orta"- "çok yavaş" arasında olmuştur.

Toprak derinliği ile toprak nemi ilişkileri, her iki deneme toprağı içinde Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

4.1.2 Toprak verimlilik analizleri

Araştırma alanı topraklarında 0-40 cm derinliklerden alınan örneklerin verimlilik analizi bulguları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Her iki yıl toprakları da toplam tuz açısından sorunsuz ve alkali reaksiyonda görülmektedir. Denemenin ilk yılında toplam tuz değerleri, 0-20 ve 20-40 cm derinlikler için sırasıyla %0.095 ve 0.096, doymuş toprakta pH değerleri 7.85 ve 7.77 iken aynı değerler 1987 yılı için, toplam tuz ve pH olarak sırasıyla %0.082 ile %0.081 ve 7.75 ile 7.82 olmuştur. Deneme toprakları kireç kapsamı yönünden orta ile zengin arasındadır. Kireç kapsamı 1987 yılı topraklarında 1986 yılı topraklarına oranla 0-20 ve 20-40 cm derinlikler



Şekil 4.1 Deneme Topraklarında Toprak Derinliği ile Toprak Nemi İlişkileri

Çizelge 4.2 Araştırma Toprakları Verimlilik Analizi Bulguları

Toprak Derinliği (cm)	Su ile Doymuşluk (%)	Toplam Tuz (%)	Doymuş Toprakta pH	Kireç CaCO_3 (%)	Yarayışlı Fosfor P_2O_5 (kg da^{-1})	Yarayışlı Potasyum K_2O (kg da^{-1})	Organik Madde (%)
0-20	73	0.095	7.85	7.45	3.15	177.7	1.74
20-40	75	0.096	7.77	7.55	1.15	140.9	1.36
0-20	91	0.082	7.75	13.8	3.24	282.5	1.00
20-40	100	0.081	7.82	14.2	1.92	270.9	0.81

için sırasıyla %85 ve %88 daha fazladır. Yarayışlı potasyum bakımından deneme alanı toprakları çok zengindir. Bitkilere yarayışlı fosfor ve azot (organik madde) kapsamları ise çok düşüktür. Toprakların yarayışlı fosfor ve organik madde kapsamları 0-20 ve 20-40 cm derinlikler için sırasıyla, 1986 yılında 3.15 ve 1.15 kg da⁻¹ ile %1.74 ve %1.36, 1987 yılında ise 3.24 ve 1.92 kg da⁻¹ ile %1.00 ve %0.81 olarak saptanmıştır.

4.1.3 Toprak tuzluluk analizleri

4.1.3.1 Deneme öncesi toprak tuzluluk analizleri

Deneme alanı topraklarının deneme öncesi yapılan tuzluluk analizleri bulguları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görülebileceği gibi, 1986 yılı deneme topraklarının saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenlik değerleri, bir başka deyişle toplam tuzlulukları, 1987 yılı deneme topraklarından tüm derinlikler için daha fazla bulunmuştur. Bununla beraber Ayyıldız'da (1983) verilen bilgilere göre, her iki deneme alanı toprağı da, elektriksel iletkenlik değerleri 4 dS m⁻¹'den az ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerleri de %15 den az olduğu için, tuzsuz ve sodyumsuz toprak tanımı içerisine girmektedir.

Toprakların saturasyon yüzdesi değerleri 1986 ve 1987 yılı toprakları için sırasıyla, %70.55-83.87 ve

Çizelge 4.3 Araştırma Alanı Topraklarının Deneme Öncesi Tuzluluk Analizi Bulguları

Derinlik cm	Saturasyon % %	pH	Elektrik- sel iletkenlik ds m ⁻¹	KATYONLAR me L ⁻¹						ANYONLAR me L ⁻¹					Bor ppm	Kasyon değişim kapasitesi me 100g ⁻¹ Sodyum % Yüzdesi	
				Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam				
0-20	70.55	7.78	8.55	0.820	2.42	0.50	3.30	2.86	9.08	0.45	3.71	4.00	1.45	9.61	0.01	30.18	2.84
20-40	71.21	7.79	8.55	0.950	2.92	0.47	3.55	3.44	10.38	0.45	3.69	4.29	1.80	10.23	0.02	30.43	2.22
40-60	75.50	7.75	8.50	0.950	2.85	0.43	3.80	3.10	10.18	-	3.85	4.10	2.20	10.15	0.02	30.25	2.50
60-90	75.03	7.70	8.37	0.940	2.70	0.54	4.10	2.75	10.09	-	3.76	4.17	3.00	10.93	0.03	27.35	2.50
90-120	83.87	7.85	8.40	0.990	3.30	0.40	4.32	2.45	10.47	-	3.98	4.10	3.05	11.13	0.02	31.99	3.50
0-20	98.79	7.83	8.38	0.405	1.28	0.18	2.61	0.45	4.52	-	2.61	0.64	0.98	4.23	-	47.77	0.77
20-40	101.16	7.85	8.36	0.455	2.05	0.20	2.40	0.40	5.05	-	3.00	0.62	1.05	4.67	-	45.62	1.25
40-60	107.32	7.90	8.37	0.450	2.16	0.17	2.45	0.41	5.19	-	3.62	0.63	1.13	5.38	-	47.88	1.40
60-90	113.37	7.73	8.14	0.450	2.17	0.26	1.92	0.61	4.96	-	3.20	1.13	0.61	4.94	-	42.35	1.38
90-120	123.63	7.80	8.23	0.480	2.28	0.22	1.99	0.54	5.03	-	2.92	1.56	0.53	5.01	-	44.08	1.35
				1986													
				1987													

%98.79-123.63 arasında bulunmuştur. Saturasyon çamurunda yapılan ölçümlerde ise pH değerleri, 1986 yılı topraklarında 7.70-7.85, 1987 yılı topraklarında ise 7.73-7.90 değerleri arasında belirlenmiştir. Her iki deneme toprağında da, toprak tuzluluklarında derinlikle birlikte çok az da olsa bir çoğalma gözlenmektedir.

Yüzey toprağı (0-20 cm) tuzlulukları 1986 ve 1987 yılı topraklarında sırasıyla 0.820 ve 0.405 dS m⁻¹ iken aynı değerler 90-120 cm derinlik için sırasıyla 0.990 ve 0.480 dS m⁻¹ ölçülmüştür. Derinlikle birlikte toplam tuzlulukta görülen artış, eriyebilir tuzların kış yağışları ile alt katmanlara doğru yıkanması sonucudur.

Her iki deneme toprağında da bor (B) sorunu yoktur. Katyon değişim kapasiteleri ise 1986 yılı topraklarında 27.35-31.99 me 100g⁻¹ değerleri arasında iken, 1987 yılı topraklarında 42.35-47.88 me 100g⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur. Değişebilir sodyum yüzdeleri de (ESP) 1986 yılı topraklarında %2.22-3.50, 1987 yılı topraklarında ise %0.77-1.40 arasında saptanmıştır.

4.1.3.2 Deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri

4.1.3.2.1 Araştırmada 1986 yılı deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri

Araştırmada incelenen sulama suyu tuzluluğı (S) ve yıkama gereksinimi (Y) konuları için deneme sonrası

0-120 cm toprak profili için, toprak tuzluluk analizleri bulguları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toprak tuzlulukları, sulama suyu tuzluluğu değerleri ile artma göstermiştir (Şekil 4.2). Toprak tuzlulukları 0-120 cm profilde, S_1 konusunda $0.852-1.111 \text{ dS m}^{-1}$, S_2 konusunda $0.860-1.188 \text{ dS m}^{-1}$, S_3 konusunda $0.970-2.166 \text{ dS m}^{-1}$ ve S_4 konusunda $1.046-4.392 \text{ dS m}^{-1}$ değerleri arasında değişmiştir. Toprak tuzluluklarının profil boyunca değişimi, Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Tüm konularda toprak tuzlulukları profil boyunca azalmıştır. Bu azalma miktarları özellikle S_3 ve S_4 konularında daha fazla olmuştur. Daha tuzlu sulama sularının kullanılması toprakta katyonlardan Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} , anyonlardan ise Cl^- iyonlarının miktarlarının artmasına neden olmuştur. Ancak bu iyonların miktarları da derinlikle birlikte azalma göstermiştir.

Toprakların değişebilir sodyum yüzdesi değerleri, S_1 konusu için $\%3.52-5.95$, S_2 konusu için $\%3.16-7.45$, S_3 konusu için $\%3.25-6.60$ ve S_4 konusu için de $\%2.68-8.27$ değerleri arasında bulunmuştur. Bor değerleri, tüm konu ve derinlikler için zararlı düzeylere ulaşmamıştır.

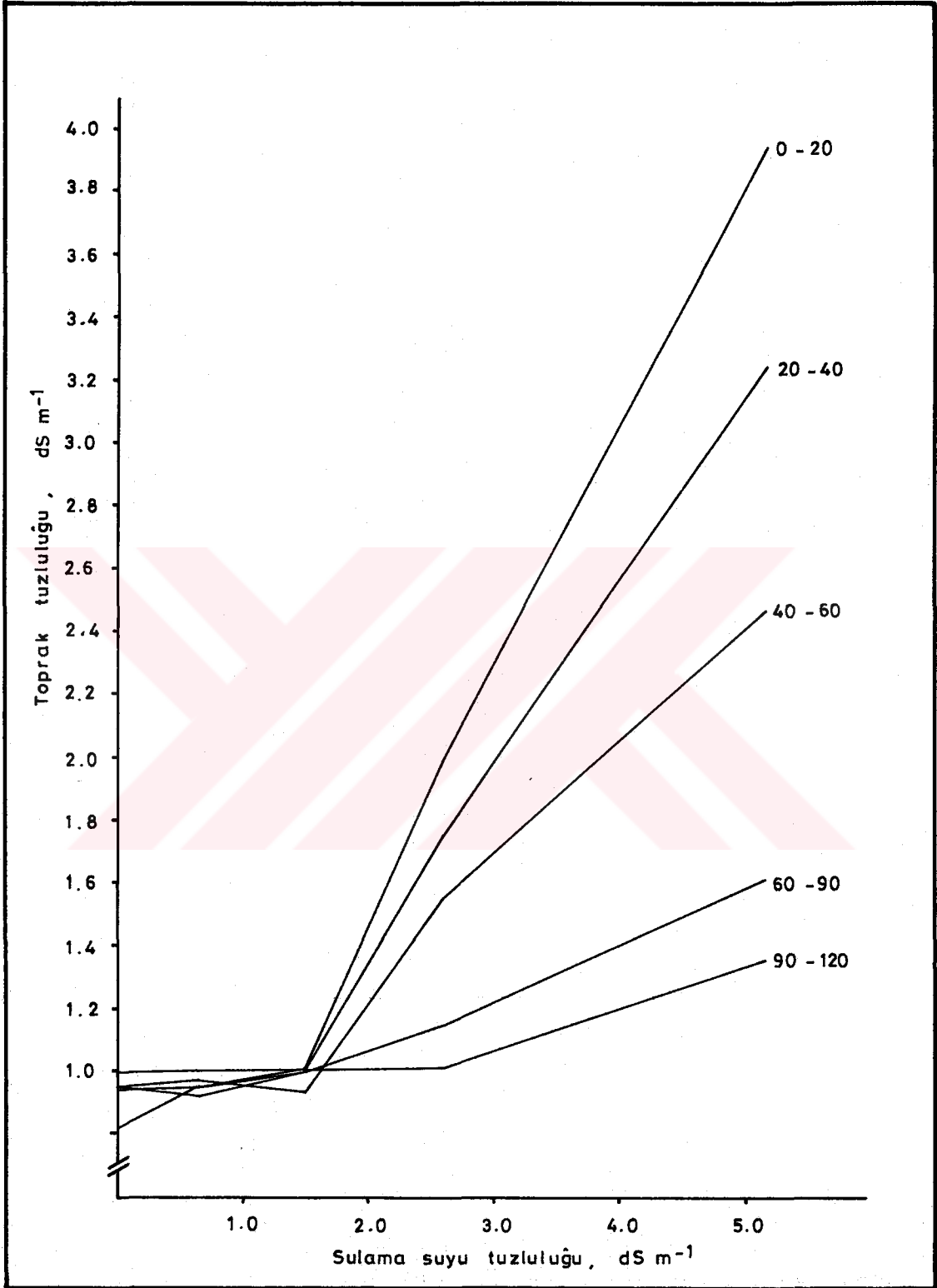
Çalışmada, 1986 yılı deneme sonrasında topraklar özellikle S_4 konusunda, toplam tuzluluk değerleri 4 dS m^{-1} nin üzerine çıktığı için, tuzlu toprak özelliği kazanmıştır. Bunun yanında tüm konular için ESP değerleri $\%15$ 'in altında olduğundan topraklar, sodyumsuz olarak değerlendirilmektedir (Ayyıldız 1983).

Çizelge 4.4 Araştırmada 1986 Yılı Deneme Topraklarının Deneme Sonrası Tuzluluk Analizi Bulguları

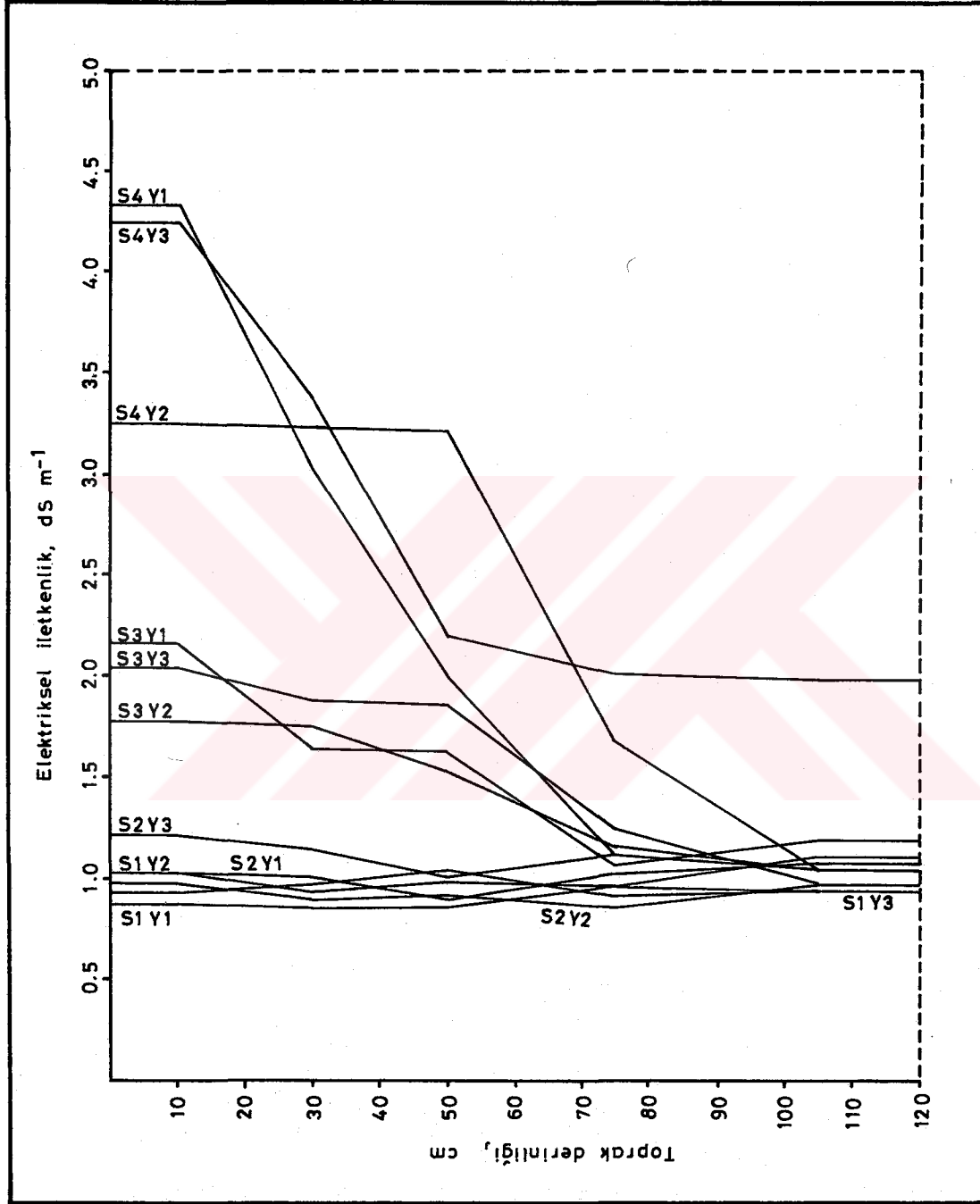
Konu	Derinlik cm	Saturasyon %	pH		Elektriksel iletkenlik dS m ⁻¹	KATYONLAR me L ⁻¹				ANYONLAR me L ⁻¹				Kation Değişim Kapasite me 100g ⁻¹ ESP	Değişim Lir Sodyum Yüzdesi	Bor ppm		
			Çamurda	Ekstrakte		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	CL ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Toplam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Y ₁	0-20	84.81	7.95	8.50	0.878	3.38	0.14	4.13	1.25	8.90	1.36	2.86	3.88	0.76	8.86	32.04	4.88	0.42
	20-40	94.87	8.00	8.25	0.852	2.25	0.13	3.49	2.80	8.67	-	4.03	3.88	0.79	8.70	30.82	4.77	0.29
	40-60	86.26	7.90	8.30	0.873	2.62	0.15	2.80	3.16	8.73	-	4.17	3.83	0.72	8.72	32.21	4.83	0.40
	60-90	96.22	8.10	8.30	0.959	3.75	0.10	4.10	2.12	10.07	-	4.60	5.21	0.78	10.59	32.06	4.82	0.66
Y ₂	0-20	95.57	8.10	8.40	1.111	5.50	0.32	3.88	1.50	11.20	0.36	3.95	5.94	1.00	11.25	32.95	5.95	0.39
	20-40	74.52	7.97	8.43	1.031	3.55	0.26	4.35	2.40	10.56	-	3.78	4.38	2.33	10.49	30.08	4.10	0.71
	40-60	67.47	7.80	8.25	0.941	2.83	0.24	3.87	2.56	9.50	-	3.48	3.90	2.12	9.50	29.29	5.41	0.50
	60-90	70.71	7.87	8.37	0.990	3.08	0.15	4.23	2.69	10.15	-	3.32	4.92	1.92	10.16	29.26	4.79	0.18
Y ₃	0-20	79.68	8.07	8.53	0.964	3.75	0.10	3.82	2.40	10.07	0.24	2.81	4.64	2.33	10.02	31.92	4.56	0.73
	20-40	91.18	8.17	8.53	0.942	3.70	0.10	3.22	3.29	10.31	0.57	3.42	4.07	2.23	10.29	31.97	5.60	1.01
	40-60	72.08	7.97	8.43	0.933	2.83	0.25	4.77	1.87	9.72	0.54	4.10	4.25	0.87	9.76	32.56	3.52	0.19
	60-90	79.34	7.95	8.35	0.967	1.75	0.11	4.15	3.76	9.77	-	4.35	4.59	0.85	9.79	33.84	3.96	0.33
Y ₁	0-20	76.21	7.87	8.27	1.039	2.92	0.12	4.08	3.49	10.61	-	3.62	5.52	1.43	10.57	30.64	3.62	0.56
	20-40	97.43	7.97	8.27	0.917	2.92	0.19	4.03	2.93	10.07	-	4.14	5.43	0.40	9.97	32.94	5.01	0.49
	40-60	89.89	7.90	8.25	0.956	3.58	0.16	4.17	1.93	9.84	-	3.98	4.08	1.83	9.89	32.10	4.68	0.27
	60-90	77.56	7.92	8.60	1.036	4.00	0.32	3.92	2.90	11.14	1.30	3.28	4.96	0.68	10.22	28.63	4.37	0.67
Y ₂	0-20	79.62	7.93	8.56	1.007	3.50	0.18	4.30	2.46	10.44	1.27	2.94	4.07	2.14	10.42	33.28	5.15	1.15
	20-40	97.15	8.03	8.53	0.895	3.42	0.09	3.33	2.68	9.52	1.27	2.87	4.36	0.94	9.44	30.27	5.58	1.22
	40-60	98.26	8.23	8.50	1.023	4.33	0.07	4.33	1.76	10.49	0.90	3.38	5.05	1.04	10.37	32.93	5.83	1.55
	60-90	-	8.30	8.48	1.079	4.99	0.05	3.53	3.03	11.60	0.92	3.92	4.76	2.05	11.65	30.96	7.45	0.67
Y ₃	0-20	77.30	7.90	8.45	0.975	4.00	0.21	4.02	1.44	9.67	-	4.22	3.88	1.55	9.65	33.93	5.98	0.35
	20-40	73.91	7.93	8.40	0.895	3.13	0.23	4.50	1.87	9.73	-	3.67	4.26	1.81	9.74	34.02	5.44	0.23
	40-60	70.82	7.95	8.45	0.917	3.63	0.11	3.33	2.37	9.44	-	3.59	3.85	2.01	9.45	29.87	5.96	0.50
	60-90	78.77	8.00	8.35	0.860	3.75	0.05	3.15	2.23	9.18	-	4.42	3.88	2.37	10.67	33.66	6.81	0.22
Y ₃	0-20	87.15	8.15	8.55	0.959	3.38	0.04	4.18	1.74	9.34	-	4.26	3.25	1.88	9.39	33.25	7.30	1.41
	20-40	69.64	7.90	8.47	1.188	4.38	0.41	3.50	3.83	12.12	0.93	4.18	5.04	1.98	12.14	27.12	6.54	0.38
	40-60	75.60	7.83	8.27	1.160	3.42	0.22	4.18	3.98	11.80	-	4.11	5.10	2.55	11.76	28.09	4.32	1.60
	60-90	67.28	7.90	8.23	0.985	2.58	0.16	3.52	3.60	9.87	-	4.09	2.75	2.99	9.83	28.54	3.16	0.35
S ₁	0-20	76.03	7.92	8.38	1.102	3.50	0.14	3.52	3.98	11.14	0.54	3.47	4.50	2.66	11.17	29.39	4.81	0.70
	90-120	98.67	7.97	8.33	1.067	3.83	0.14	4.00	3.16	11.13	-	3.47	4.60	3.07	11.14	32.71	4.16	0.53
S ₂	0-20	77.30	7.90	8.45	0.975	4.00	0.21	4.02	1.44	9.67	-	4.22	3.88	1.55	9.65	33.93	5.98	0.35
	90-120	98.67	7.97	8.33	1.067	3.83	0.14	4.00	3.16	11.13	-	3.47	4.60	3.07	11.14	32.71	4.16	0.53

Gizelge 4.4 (Devamı)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
S ₃	Y ₁	0-20	80.63	7.80	8.20	2.166	7.20	0.65	10.88	3.31	22.04	0.36	3.53	13.83	4.32	22.04	32.11	5.28	0.37
		20-40	79.03	7.73	8.03	1.652	4.83	0.38	7.40	4.18	16.79	-	3.80	9.92	3.04	16.76	31.00	5.68	0.82
		40-60	79.19	7.87	8.27	1.288	4.00	0.17	5.38	3.44	12.99	-	3.53	7.00	2.43	12.96	31.18	3.39	0.42
		60-90	93.64	8.03	8.30	1.041	4.33	0.09	4.07	2.68	11.17	0.54	3.65	5.58	1.37	11.15	30.08	5.82	0.82
		90-120	86.87	8.07	6.40	1.202	4.58	0.08	4.17	3.58	12.42	0.54	3.83	5.83	2.22	12.43	32.87	5.06	1.35
S ₃	Y ₂	0-20	75.44	7.85	8.30	1.766	6.50	0.45	8.83	2.23	18.01	0.36	3.71	12.25	1.67	17.99	31.02	6.60	0.37
		20-40	75.96	7.73	8.17	1.742	4.67	0.42	7.55	5.09	17.68	-	3.26	12.32	1.97	17.55	30.37	4.39	0.16
		40-60	79.38	7.70	8.08	1.517	3.58	0.31	8.98	2.61	15.69	-	3.26	9.92	2.49	15.67	33.92	3.69	0.52
		60-90	78.05	7.90	8.20	1.145	3.58	0.10	5.23	2.73	11.64	-	3.26	7.16	1.40	11.82	28.30	4.43	0.12
		90-120	65.74	7.93	8.35	1.046	3.83	0.31	5.32	1.74	11.20	0.54	3.17	6.42	1.09	11.22	29.19	4.80	0.39
S ₃	Y ₃	0-20	-	8.10	8.40	2.035	8.17	0.28	8.22	4.20	20.87	1.08	3.86	11.80	4.10	20.84	33.80	4.43	1.68
		20-40	79.91	7.80	8.17	1.888	5.25	0.30	10.45	3.64	19.64	-	3.35	12.08	4.18	19.61	29.15	5.44	0.45
		40-60	68.60	7.72	8.17	1.846	4.60	0.23	11.12	2.83	18.77	-	3.53	12.95	2.35	18.83	30.78	3.25	0.27
		60-90	81.06	7.90	8.20	1.256	4.33	0.10	5.18	4.04	13.65	-	4.17	7.92	1.59	13.67	33.74	3.65	0.48
		90-120	91.46	7.93	8.18	0.970	3.28	0.22	4.20	2.51	10.22	0.72	3.05	4.19	2.27	10.23	31.11	4.50	1.52
S ₄	Y ₁	0-20	71.80	7.58	8.13	4.392	12.50	1.07	18.18	12.25	44.00	-	4.38	30.58	9.00	43.96	30.82	5.43	0.29
		20-40	72.45	7.60	8.17	3.040	6.83	0.57	13.12	9.67	30.19	-	3.08	21.75	5.25	30.08	28.83	2.68	0.27
		40-60	75.32	7.80	8.37	2.007	7.59	0.23	6.92	5.94	20.68	0.54	4.02	11.92	4.04	20.52	30.24	5.91	0.33
		60-90	67.90	7.87	8.50	1.154	3.92	0.12	5.08	2.74	11.86	0.72	2.99	4.61	3.53	11.82	30.09	4.52	0.37
		90-120	78.99	8.15	8.53	1.046	3.90	0.13	3.67	3.15	10.85	0.72	3.53	3.70	2.72	10.67	29.09	8.27	0.59
S ₄	Y ₂	0-20	77.77	7.82	8.30	3.247	14.25	0.76	11.43	7.59	34.03	-	3.93	24.83	5.24	34.00	31.94	8.05	0.65
		20-40	83.22	7.77	8.23	3.271	10.58	0.63	14.67	8.85	34.73	-	3.62	22.00	9.06	34.68	31.94	4.76	0.46
		40-60	67.62	7.67	8.28	3.211	10.17	0.69	12.00	10.24	33.09	0.36	3.84	24.58	4.28	33.06	27.36	3.65	0.36
		60-90	76.75	7.87	8.27	1.666	4.67	0.20	6.94	4.59	16.39	0.54	4.02	8.26	3.58	16.40	29.67	3.66	0.20
		90-120	79.57	8.17	8.43	1.070	4.58	0.15	3.77	3.16	11.66	0.72	3.50	5.04	2.34	11.61	29.36	4.61	0.30
S ₄	Y ₃	0-20	80.47	7.80	8.10	4.246	15.75	0.78	16.03	10.14	42.70	-	5.30	31.50	5.85	42.65	28.48	4.94	0.86
		20-40	83.03	7.80	8.00	3.394	15.63	0.18	11.85	6.63	34.29	-	3.94	23.88	6.44	34.26	30.87	4.66	1.19
		40-60	84.70	8.25	8.35	2.195	9.13	0.06	6.88	7.00	23.07	0.82	4.39	13.88	4.05	23.14	31.77	3.51	1.63
		60-90	84.70	8.55	8.25	2.024	8.00	0.09	6.90	5.16	20.14	0.82	4.08	11.63	5.09	21.61	31.93	5.76	1.40
		90-120	93.36	8.15	8.25	1.953	12.13	0.16	5.28	3.32	20.88	1.09	3.26	10.38	6.13	20.85	32.18	3.37	1.75



Şekil 4.2 Araştırmada 1986 Yılı Deneme Topraklarının Farklı Derinliklerinde Sulama Suyu Tuzluluğunun Toprak Tuzluluklarına Etkisi



Şekil 4.3 Araştırmada 1986 Yılı İçin Toprak Tuzluluğunun Derinlik Boyunca Değişimi

4.1.3.2.2 Araştırmada 1987 yılı deneme sonrası toprak tuzluluk analizleri

Çalışmanın ikinci yılı olan 1987 yılı için deneme alanı topraklarının deneme sonrası, 0-120 cm profildeki tuzluluk analizi bulguları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Sonuçlar 1986 yılı toprak tuzluluğu bulguları ile benzerdir. Toprak tuzlulukları incelenirse, sulama suyu tuzluluklarının artması ile toprak tuzluluklarının da arttığı görülür (Şekil 4.4). Toprak tuzlulukları 0-120 cm profilde S_1 konusunda $0.693-0.906 \text{ dS m}^{-1}$, S_2 konusunda $0.793-1.384 \text{ dS m}^{-1}$, S_3 konusunda $0.785-2.116 \text{ dS m}^{-1}$ ve S_4 konusunda $0.924-5.602 \text{ dS m}^{-1}$ değerleri arasında olmuştur. Özellikle S_4 konusundaki yüksek tuzluluk nedeniyle toprak, tuzlu toprak niteliği kazanmıştır. Ancak tüm topraklar için ESP değerleri %15'den az olduğu için topraklar sodyumsuz olarak değerlendirilmektedir (Ayyıldız 1983).

Profil boyunca toprak tuzluluğunda belirlenen değişim, Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Toprak tuzlulukları 0-120 cm profilde, özellikle S_3 ve S_4 konularında derinlikle birlikte azalma göstermiştir.

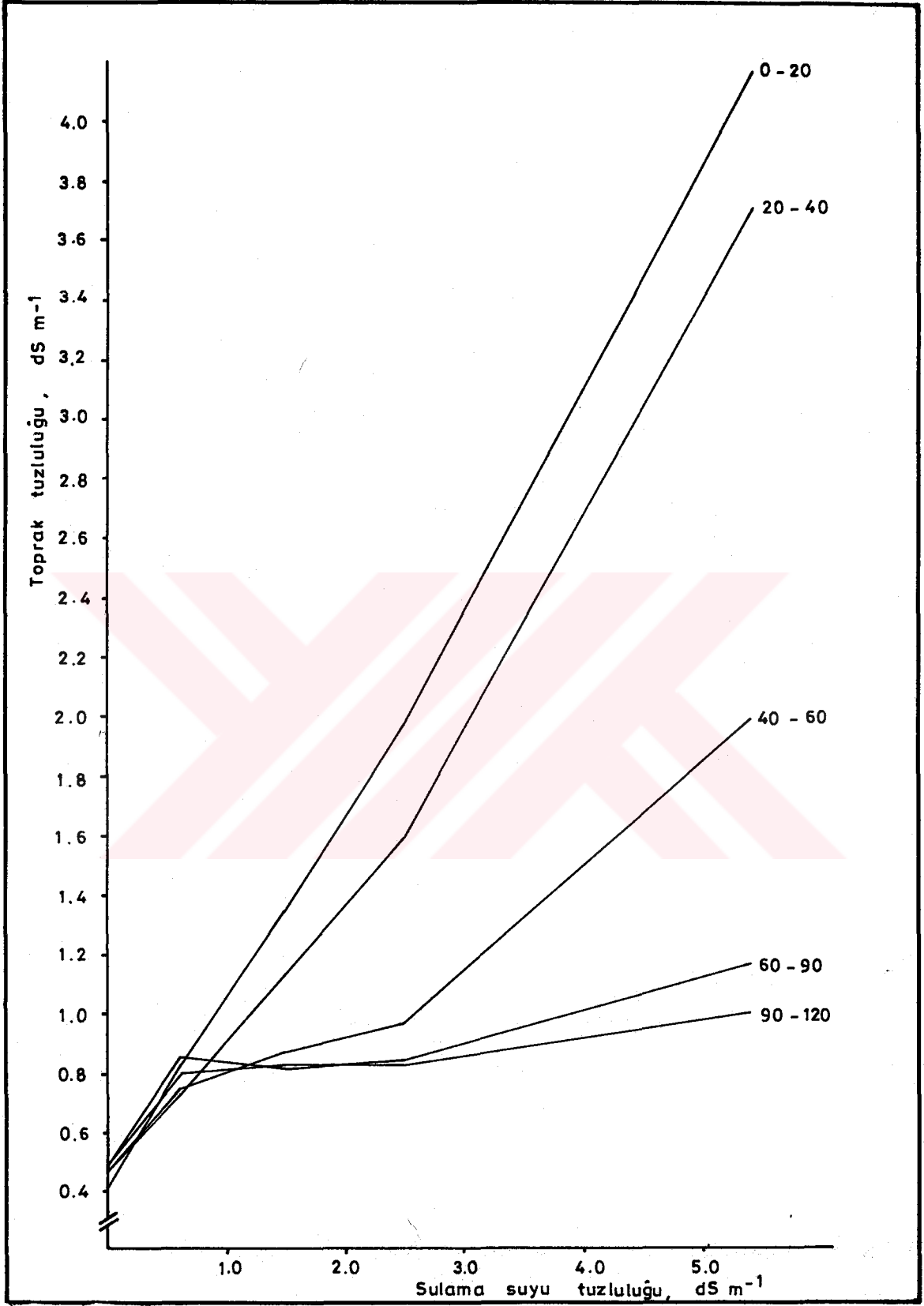
Daha tuzlu sulama sularının kullanılması, ikinci yılda da Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ve Cl^- iyonlarının artmasına neden olmuştur. Ancak bu iyonlar profil boyunca azalmaktadırlar. Toprağın ESP değerleri, sulama suyu tuzluluğu konuları için S_1 konusunda %1.24-8.64, S_2 konusunda %1.86-8.75, S_3 konusunda %1.85-7.67 ve S_4 konusunda da

Gizelge 4.5 Araştırmada 1987 Yılı Deneme Topraklarının Deneme Sonrası Tuzluluk Analizi Bulguları

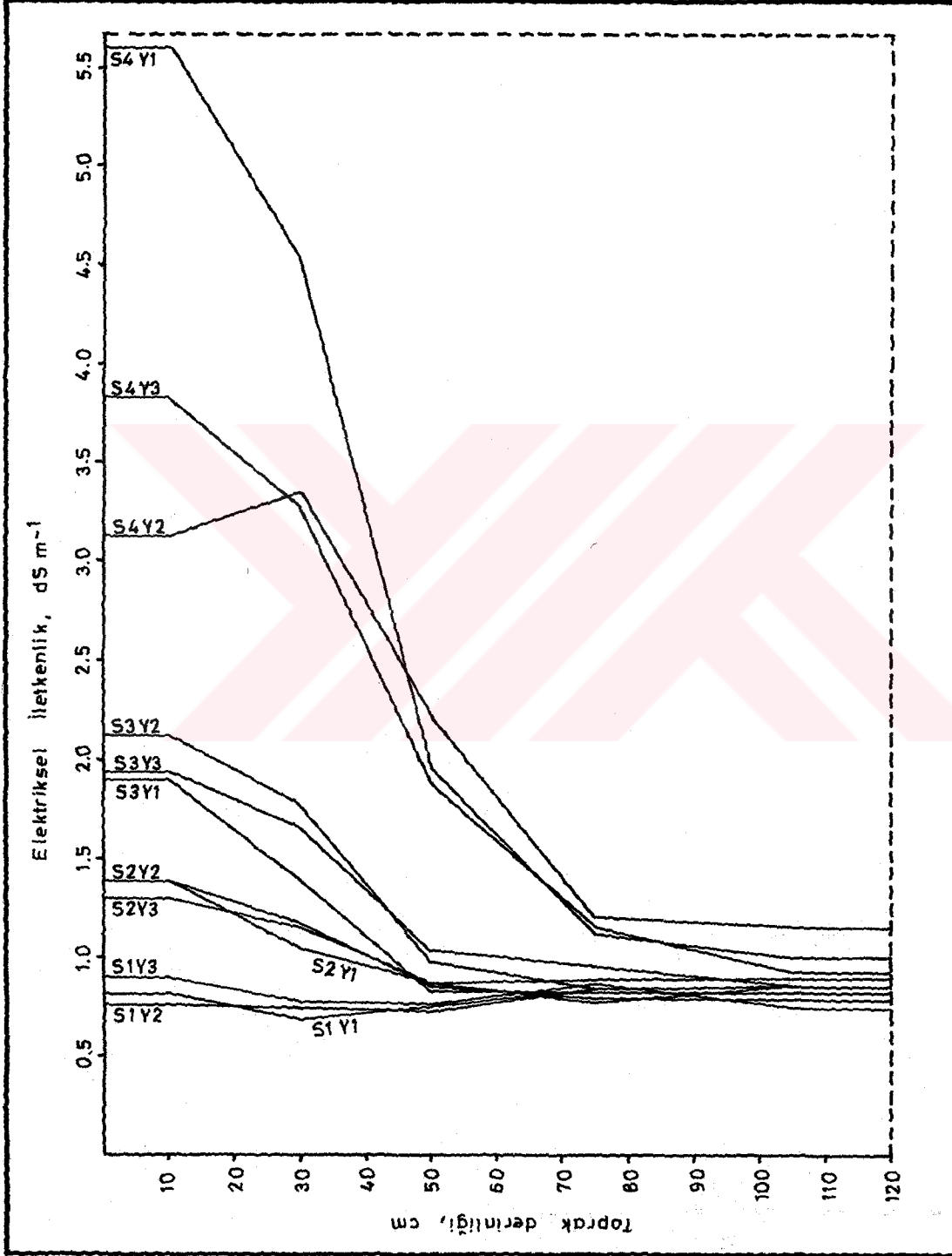
Konu	Derinlik cm	Saturasyon %	pH		Elektriksel iletkenlik dS m ⁻¹	KATYONLAR me L ⁻¹						ANYONLAR me L ⁻¹					Kasyon Değişim Kapasite me 100g ⁻¹	Değişim lir Sodyum Yüzdesi ESP	Bor ppm
			Çamurda	Ekstrak- ta		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Toplam				
																8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
S ₁	0-20	102.92	7.43	7.90	0.812	1.78	0.30	5.61	0.92	8.61	-	3.47	3.67	1.46	8.60	46.82	1.44	2.01	
	20-40	107.36	7.55	7.90	0.693	1.88	0.27	3.91	0.98	7.04	-	3.17	3.17	0.40	6.74	46.16	1.72	1.41	
	40-60	111.41	7.63	7.97	0.784	3.25	0.22	3.74	1.65	8.86	-	3.51	4.33	1.01	8.86	46.20	2.65	2.02	
	60-90	114.74	7.77	8.07	0.855	4.14	0.19	2.99	1.51	8.83	-	4.45	3.25	1.19	8.89	47.32	4.84	2.03	
	90-120	136.86	7.92	8.10	0.798	3.79	0.21	3.57	1.00	8.57	-	4.72	3.12	0.66	8.50	45.45	8.50	1.92	
S ₂	0-20	103.24	7.67	8.03	0.772	2.13	0.25	3.39	1.73	7.50	-	3.38	2.72	1.58	7.68	47.50	1.24	1.17	
	20-40	107.53	7.72	8.00	0.747	2.01	0.24	4.51	1.13	7.89	-	3.33	2.88	1.76	7.97	47.46	1.87	1.22	
	40-60	106.28	7.78	8.07	0.733	3.10	0.19	3.14	1.24	7.67	-	3.79	3.00	1.32	8.11	44.87	3.65	1.95	
	60-90	110.32	7.92	8.13	0.856	4.49	0.17	2.89	1.19	8.74	-	4.37	2.67	1.77	8.80	45.82	6.12	2.11	
	90-120	123.10	7.87	8.13	0.861	3.45	0.22	3.49	1.41	8.57	-	3.76	2.90	2.22	8.88	47.70	8.64	2.11	
Y ₁	0-20	102.21	7.75	8.05	0.906	1.93	0.31	4.78	2.01	9.03	-	3.51	3.00	2.49	9.00	47.00	1.42	1.88	
	20-40	107.03	7.55	8.01	0.772	2.03	0.29	4.25	1.63	8.20	-	3.78	2.75	1.57	8.10	47.24	1.84	1.50	
	40-60	105.50	7.67	8.07	0.728	3.19	0.21	3.23	1.02	7.65	-	3.29	3.07	1.24	7.59	47.91	2.59	1.91	
	60-90	105.06	7.85	8.15	0.863	4.22	0.16	3.17	1.34	8.89	-	3.45	3.67	1.92	9.04	46.87	7.11	1.86	
	90-120	128.37	7.97	8.20	0.748	3.53	0.14	3.06	1.02	7.76	-	3.35	2.69	1.66	7.70	49.41	6.88	1.81	
Y ₂	0-20	114.31	7.77	8.17	1.304	3.83	0.37	5.39	3.35	12.94	-	3.81	6.62	2.42	12.85	50.23	2.23	1.31	
	20-40	102.79	7.88	8.10	1.157	3.07	0.34	5.78	2.39	11.58	-	3.79	6.40	1.32	11.51	49.89	1.86	1.48	
	40-60	106.21	7.93	8.14	0.868	3.33	0.22	3.74	1.49	8.78	-	3.50	3.83	1.46	8.79	49.99	3.08	1.36	
	60-90	112.00	8.03	8.18	0.865	4.67	0.18	3.06	0.86	8.77	-	4.55	3.27	0.95	8.77	50.15	4.94	1.30	
	90-120	123.63	8.15	8.20	0.858	5.17	0.14	2.55	0.87	8.73	-	4.40	3.58	1.52	9.50	47.69	8.75	1.85	
Y ₃	0-20	101.68	8.25	8.28	1.381	4.42	0.45	6.46	2.52	13.85	0.52	3.91	5.99	3.38	13.80	48.71	3.73	1.35	
	20-40	106.98	8.24	8.27	1.164	3.17	0.42	6.97	1.69	12.25	0.26	3.32	6.08	2.52	12.18	49.05	1.98	0.38	
	40-60	107.70	8.26	8.30	0.863	2.63	0.30	4.42	1.46	8.81	0.35	3.03	4.08	1.33	8.79	49.63	2.02	0.97	
	60-90	117.34	8.30	8.43	0.800	3.83	0.22	3.06	1.02	8.13	0.35	3.38	3.75	0.64	8.12	48.47	3.08	1.27	
	90-120	123.82	8.39	8.40	0.818	5.08	0.16	2.55	0.55	8.34	0.26	3.86	3.25	0.95	8.32	49.95	5.44	2.57	
S ₂	0-20	103.85	8.16	8.26	1.384	4.01	0.39	6.47	3.14	14.01	0.35	3.73	6.67	2.91	13.66	50.14	3.37	1.90	
	20-40	108.44	8.15	8.26	1.040	2.98	0.35	4.93	2.26	10.52	0.26	3.16	5.08	1.90	10.49	48.52	2.36	1.14	
	40-60	108.48	8.18	8.38	0.864	2.71	0.29	3.91	2.11	9.02	0.26	3.73	3.92	1.10	9.01	46.83	2.71	1.38	
	60-90	122.68	8.28	8.45	0.793	4.08	0.17	3.01	0.98	8.24	0.35	4.01	3.33	0.56	8.25	47.15	4.58	2.30	
	90-120	123.50	8.40	8.48	0.817	4.73	0.14	2.46	0.82	8.15	0.95	2.85	3.15	1.17	8.12	45.46	7.11	2.01	

Çizelge 4.5 (Devamı)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Y ₁	0-20	104.24	7.85	8.17	1.902	5.23	0.51	10.64	3.17	19.55	0.43	2.76	13.37	2.82	19.38	40.59	4.71	1.69
	20-40	114.66	7.94	8.13	1.394	3.70	0.38	6.76	3.11	13.95	0.36	3.12	8.25	2.22	13.95	46.19	1.85	1.49
	40-60	119.34	8.04	8.33	0.856	3.30	0.23	4.25	0.81	8.59	0.43	2.81	4.00	1.34	8.58	47.73	2.17	1.54
	60-90	114.05	8.13	8.46	0.803	4.17	0.19	3.30	0.68	8.34	0.69	3.01	3.43	1.18	8.31	46.69	4.31	1.59
	90-120	123.59	8.09	8.43	0.785	4.32	0.16	2.82	0.74	8.04	-	3.54	2.64	1.90	8.08	45.46	6.18	1.58
S ₃	0-20	102.09	7.89	8.22	2.116	5.92	0.56	10.22	4.52	21.22	0.43	3.08	14.99	2.74	21.24	47.02	4.17	2.46
	20-40	109.45	7.58	7.70	1.782	4.42	0.56	8.37	4.79	18.14	-	3.74	10.39	4.05	18.18	43.08	2.08	2.52
	40-60	111.66	7.67	7.98	0.970	3.45	0.30	4.93	1.60	10.28	-	3.65	5.50	1.19	10.34	40.41	2.63	1.29
	60-90	115.29	7.81	8.06	0.790	3.65	0.19	2.82	1.35	8.01	-	3.22	3.42	1.36	8.00	41.93	4.33	1.21
	90-120	130.71	7.91	8.23	0.866	5.12	0.16	2.55	1.37	9.20	-	3.75	3.92	1.53	9.20	43.68	7.67	1.87
Y ₃	0-20	100.32	7.93	8.27	1.929	5.25	0.47	9.42	4.30	19.44	0.26	2.73	13.74	2.68	19.41	46.97	3.22	1.09
	20-40	106.24	7.96	8.29	1.651	4.58	0.41	9.61	2.23	16.83	0.26	2.64	11.43	2.47	16.80	49.04	3.18	0.05
	40-60	128.68	8.04	8.40	1.092	4.17	0.29	5.10	1.76	11.32	0.35	3.12	6.00	1.83	11.30	50.35	3.09	1.40
	60-90	110.22	8.17	8.53	0.947	5.58	0.19	3.06	1.02	9.85	0.35	4.38	3.92	1.19	9.84	46.80	5.37	1.52
	90-120	138.91	8.29	8.57	0.830	5.17	0.12	2.56	0.53	8.38	0.35	3.94	2.50	1.61	8.40	47.93	6.69	0.56
Y ₁	0-20	97.19	7.47	7.72	5.602	17.00	0.90	30.28	8.42	56.60	-	3.51	49.87	3.21	56.59	44.13	5.29	2.33
	20-40	104.74	7.41	7.82	4.524	8.54	0.78	28.58	6.70	44.60	-	4.42	38.00	2.15	44.57	45.02	3.71	1.53
	40-60	109.38	7.60	7.89	1.965	5.50	0.42	9.18	4.70	19.80	-	2.82	15.42	1.55	19.79	44.02	3.13	1.61
	60-90	113.13	7.79	8.38	1.190	6.08	0.23	3.91	1.97	12.19	-	3.81	6.33	2.03	12.17	41.91	4.54	2.66
	90-120	120.90	7.91	8.20	1.050	5.67	0.17	3.30	1.30	10.44	-	3.93	5.17	1.37	10.47	42.44	7.26	1.04
S ₄	0-20	110.30	7.64	7.91	3.107	9.34	0.64	15.81	4.93	30.72	-	2.73	27.17	0.80	30.70	43.65	5.43	1.75
	20-40	96.69	7.60	7.89	3.345	9.42	0.64	16.83	6.85	33.74	-	2.34	28.83	2.55	33.72	44.03	4.00	1.24
	40-60	109.64	7.69	7.92	2.202	5.58	0.44	11.37	4.67	22.06	-	2.95	17.75	1.35	22.05	43.39	3.41	1.58
	60-90	110.81	7.78	8.09	1.208	5.67	0.25	5.10	1.27	12.29	-	3.22	7.50	1.55	12.27	44.06	4.44	2.00
	90-120	118.74	8.00	8.22	1.147	6.75	0.19	3.67	1.49	12.10	-	4.55	4.67	2.80	12.02	43.26	6.43	0.75
Y ₃	0-20	106.06	7.59	7.73	3.824	10.08	0.66	21.18	6.26	38.18	-	2.69	33.75	1.73	38.17	48.02	2.92	1.64
	20-40	100.23	7.58	7.85	3.282	8.25	0.65	17.85	6.81	33.56	-	2.44	29.00	2.11	33.55	46.92	2.78	1.85
	40-60	117.09	7.76	7.91	1.882	6.83	0.41	9.52	1.99	18.75	-	2.95	14.67	1.18	18.80	47.99	3.11	1.89
	60-90	114.93	7.91	8.09	1.122	5.73	0.26	3.96	1.80	11.75	-	3.57	7.18	1.02	11.77	47.67	3.81	1.53
	90-120	120.38	8.03	8.19	0.924	5.73	0.17	2.82	0.70	9.42	-	3.88	4.27	1.31	9.46	47.66	5.66	1.84



Şekil 4.4 Araştırmada 1987 Yılı Deneme Topraklarının Farklı Derinliklerinde Sulama Suyu Tuzluluğunun Toprak Tuzluluklarına Etkisi



Sekil 4.5 Araştırmada 1987 Yılı İçin Toprak Tuzluluğunun Derinlik Boyunca Değişimi

%2.78-7.26 değerleri arasında olmuştur. Bor içerikleri 0.05-2.66 ppm değerleri arasında olmuştur.

4.1.4 Sulama suyu kalite analizleri

Araştırma süresince sulamalar, yüzey su kaynağı ve yeraltı su kaynağı olmak üzere iki kaynaktan sağlanan sularla yapılmıştır. Her iki yıl da deneme başlangıcında bu kaynaklardan alınan örnekler analiz edilmişlerdir. Bu değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 1986 ve 1987 yıllarında kullanılan tüm sulama sularının analiz bulguları da Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Yüzey su kaynağı incelendiğinde, toplam tuzluluk (0.610-0.620 dS m⁻¹) ve SAR (1.14-1.25 me^{1/2} L^{-1/2}) değerleri için Anonymous'da (1954) verilen ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemine göre tuzluluk yönünden C₂ (az tuzlu) sınıfına girmekte ve pek çok bitki ve toprak için kullanılabilir olmaktadır. Sodyumluluk için de S₁ yani sorunsuzdur. Yine Christiansen vd.'de (1977) önerilen sınıflandırma yöntemine göre de, yüzey kaynağı suyu değerlendirme kriterleri olan elektriksel iletkenlik, %Na, SAR, RSC, Cl⁻, efektif tuzluluk ve bor değerleri için 2. sınıfa dahil olmaktadır. Kullanımı pek çok bitki ve toprak için sorun yaratmayacaktır.

Yeraltı kaynağı suyu ise 1.510-1.540 dS m⁻¹ toplam tuzluluğu ve 5.62-5.77 me^{1/2} L^{-1/2} SAR değerleri ile Anonymous'a (1954) göre C₃S₂ olmaktadır. Tuzluluk

Çizelge 4.7 Araştırmada 1986 Yılı Denemelerinde Kullanılan Sulama Suları
Kalite Analizi Bulguları

	pH	Elektriksel İletkenlik ds m ⁻¹	KATYONLAR me L ⁻¹				ANYONLAR me L ⁻¹				Bor ppm	RSC me L ⁻¹	SAR me L ^{-1/2}	% Na		
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻					SO ₄ ⁼	Toplam
1. Sulama	S1	8.02	1.92	0.14	3.03	1.90	6.99	-	5.61	1.00	0.64	7.25	0.20	0.68	1.22	27.5
	S2	7.70	10.30	0.12	2.89	3.37	16.68	-	9.69	3.50	3.65	16.84	0.65	3.43	5.82	61.8
	S3	7.75	2.711	14.50	0.17	5.25	6.87	26.79	-	10.40	12.00	3.37	25.77	0.80	5.89	54.1
	S4	7.30	4.797	20.75	0.24	13.13	14.12	48.24	-	10.26	35.75	5.20	51.21	0.88	5.62	43.0
2. Sulama	S1	8.20	2.05	0.12	3.22	1.85	7.24	-	5.75	0.90	0.58	7.23	-	0.68	1.29	28.3
	S2	7.70	9.75	0.12	2.61	3.17	15.65	-	9.09	3.85	3.08	16.02	0.55	3.31	5.74	62.3
	S3	7.50	13.25	0.14	4.85	5.43	23.67	-	9.86	11.00	3.80	24.66	0.72	-	5.84	56.0
	S4	7.30	5.280	20.00	0.23	14.87	15.70	50.80	-	10.03	38.00	5.75	53.78	0.90	5.12	39.4
3. Sulama	S1	7.60	2.11	0.16	2.82	1.76	6.85	-	5.33	1.00	0.30	6.63	-	0.75	1.39	30.8
	S2	7.70	19.75	0.17	2.72	3.14	15.78	-	9.33	3.39	3.98	16.70	0.80	3.47	5.70	61.8
	S3	7.45	13.00	0.13	5.82	6.55	25.50	-	9.64	10.00	4.84	24.48	0.70	-	5.23	51.0
	S4	7.65	5.300	21.00	0.19	15.10	15.75	52.04	-	10.94	37.00	5.90	53.84	0.92	5.35	40.4
4. Sulama	S1	7.60	2.30	0.16	2.82	1.58	6.86	-	5.16	0.90	0.90	6.96	0.15	0.76	1.55	33.5
	S2	7.40	9.25	0.17	3.06	2.86	15.34	-	9.68	3.42	3.54	16.64	0.68	3.76	5.38	60.3
	S3	7.60	12.75	0.13	5.28	6.91	25.07	-	9.73	11.60	3.72	25.05	0.72	-	5.16	50.9
	S4	7.10	5.140	21.75	0.19	13.86	14.98	50.78	-	9.70	36.90	5.16	51.76	0.88	5.73	42.8
5. Sulama	S1	7.25	1.98	0.17	3.54	1.72	7.41	-	5.98	1.45	0.65	8.08	-	0.72	1.22	26.7
	S2	7.45	9.00	0.14	2.96	3.69	15.79	-	10.06	3.55	4.06	17.67	0.65	3.41	4.94	57.0
	S3	7.40	13.00	0.15	6.27	6.19	25.61	-	9.79	13.10	4.70	27.59	0.74	-	5.21	50.8
	S4	7.15	5.240	19.00	0.22	14.32	15.34	48.88	-	9.68	36.95	5.20	51.83	0.76	4.93	38.9

Gizelge 4.8 Araştırmada 1987 Yılı Denemelerinde Kullanılan Sulama Suları
Kalite Analizi Bulguları

	pH	Elektriksel İletkenlik dSm ⁻¹	KATYONLAR me L ⁻¹				ANYONLAR me L ⁻¹				Bor ppm	RSC me L ⁻¹	SAR me L ^{-1/2}	% Na			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻					SO ₄ ⁼	Toplam	
1. Sulama	S ₁	7.5	0.579	1.97	0.12	2.83	1.80	6.72	-	4.88	1.05	0.50	6.43	-	0.25	1.29	29.3
	S ₂	7.0	1.422	9.25	0.06	2.75	3.31	15.37	-	9.60	3.35	3.15	16.10	0.80	3.54	5.31	60.2
	S ₃	8.0	2.211	12.50	0.07	5.77	6.00	24.34	-	9.75	11.50	3.80	25.05	0.85	-	5.15	51.4
	S ₄	7.50	5.528	20.75	0.13	16.92	17.86	55.66	-	9.94	42.05	3.63	55.62	0.93	-	4.98	37.3
2. Sulama	S ₁	7.70	0.600	2.00	0.18	3.08	1.77	7.03	-	5.95	1.05	0.42	7.42	0.25	1.10	1.28	28.4
	S ₂	7.70	1.500	10.30	0.14	2.70	3.05	16.19	-	10.34	4.00	3.36	17.70	0.92	4.59	6.07	63.6
	S ₃	6.70	2.800	14.20	0.17	5.30	6.82	26.49	-	9.81	14.00	3.46	27.27	0.90	-	5.77	53.6
	S ₄	6.65	5.200	22.00	0.23	15.60	17.71	55.54	-	10.11	39.5	3.80	53.41	0.88	-	5.39	39.6
3. Sulama	S ₁	7.30	0.688	2.03	0.14	3.00	1.79	6.96	-	5.91	1.10	0.40	7.41	-	1.12	1.31	29.2
	S ₂	7.30	1.572	10.00	0.12	2.84	3.31	16.27	-	10.50	3.85	3.42	17.77	0.73	4.35	5.70	61.5
	S ₃	7.35	2.459	13.60	0.13	5.24	6.66	25.63	-	9.72	12.95	3.55	26.22	0.78	-	5.58	53.1
	S ₄	6.80	6.091	23.00	0.19	15.72	16.57	55.48	-	9.90	42.35	3.90	56.15	0.84	-	5.72	41.5
4. Sulama	S ₁	7.90	0.630	2.00	0.13	3.02	1.92	7.07	-	6.10	1.22	0.45	7.77	0.40	1.16	1.27	28.3
	S ₂	7.70	1.500	10.25	0.12	3.07	3.80	17.24	-	9.95	3.85	3.45	17.25	0.80	3.08	5.53	59.5
	S ₃	7.70	2.450	13.30	0.13	6.02	6.49	25.94	-	9.21	13.50	3.40	26.11	0.95	-	5.32	51.3
	S ₄	7.50	5.020	22.00	0.18	13.75	16.08	52.01	-	10.85	41.65	4.20	56.70	1.00	-	5.70	42.3
5. Sulama	S ₁	7.40	0.615	1.81	-	3.18	2.07	7.06	-	5.98	1.15	0.35	7.48	-	0.73	1.12	25.6
	S ₂	7.30	1.564	10.25	-	3.18	3.59	17.02	-	10.85	3.80	3.53	18.18	0.65	4.08	5.57	60.2
	S ₃	7.10	2.551	14.00	0.14	5.82	6.39	26.35	-	9.57	14.00	4.00	27.07	0.86	-	5.67	53.1
	S ₄	7.10	5.215	22.00	0.13	14.93	16.84	53.90	-	9.92	40.00	4.10	54.02	1.00	-	5.52	40.8

bakımından "yüksek tuzlu" dur ve kullanımı halinde düzenli yıkama ve özel toprak işleme yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Sodyumluluk yönünden ise "orta sodyumlu" dur ve bu tür sular kaba bünyeli ve permeabiliteleri iyi olan organik topraklarda rahatlıkla kullanılabilirler. Yeraltı su kaynağı Christiansen vd.'ne (1977) göre ise 5. sınıf olarak (RSC açısından) değerlendirilmektedir. Bu durumda bu suyun tarımsal açıdan sulamada kullanılması uygun değildir.

Yeraltı kaynağı suyuna belli miktarlarda NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları eklenerek oluşturulan daha düşük kalitedeki S₃ ve S₄ sulama sularının toplam tuzlulukları sırasıyla, 1986 yılında 2.450-2.711 dS m⁻¹ ve 4.797-5.300 dS m⁻¹ arasında, 1987 yılında ise 2.211-2.800 dS m⁻¹ ve 5.020-6.091 dS m⁻¹ arasında olmuştur. Suların Na⁺ içerikleri, 1986 yılında S₃ konusunda 12.75-14.50 me L⁻¹, S₄ konusunda 19.00-21.75 me L⁻¹, 1987 yılında S₃ konusunda 12.50-14.20 me L⁻¹, S₄ konusunda ise 20.75-23.00 me L⁻¹ arasında bulunmuştur. Suların %Na değerleri yüzey kaynağında %25.7-28.1, yeraltı kaynağında ise %61.2-62.1 arasındadır (Çizelge 4.3). Daha tuzlu sulama sularında ise %Na değerleri S₃ konusunda 1986 yılında %50.8-56.0, 1987 yılında %51.3-53.6 arasında, S₄ konusunda ise 1986 yılında %38.9-43.0 ve 1987 yılında da %37.3-42.3 arasında olmuştur. Christiansen vd.'ne (1977) göre %Na değerleri 0-40 arasında olan sular 1. sınıf, 40-60 arasında olan sular 2. sınıf, 60-70 arasında olan sular 3. sınıf sulama suyu olarak değerlendirilmektedir. Buna

göre yalnızca %Na değeri göz önüne alınırsa, yeraltı kaynağı 3. sınıf, yüzey kaynağı ise 1. sınıf sulama suyu olmaktadır. Tuzluluğu 5 dS m^{-1} dolaylarında olacak şekilde hazırlanan S_4 sulama suyu 2. sınıf, 2.5 dS m^{-1} dolaylarında olacak şekilde hazırlanan S_3 sulama suyu ise 1. yada 2. sınıf sulama suyu olmaktadır.

Sulama sularında kaliteyi azaltan etmenlerden bir tanesi de Cl^- iyonudur (Christiansen vd. 1977, Ay yıldız 1983). Fazla miktardaki Cl^- , bitki kökleri tarafından absorbe edilerek yapraklarda biriktirilirler. Bunun sonucunda yapraklarda yanma ve dolayısı ile zararlanmalar görülebilir. Doneen (1959), Anonymous (1975), Christiansen vd. (1977) ve Soifer (1986), sulama sularındaki Cl^- miktarının, suların kalitelerini etkileyeceğini belirtmişler ve Cl^- iyonu kriterini, sulama suyu sınıflandırma kriteri olarak önermişlerdir. Sulama suyu tuzluluğu konuları için Cl^- iyonu içerikleri, S_1 konusunda $0.90-1.11 \text{ me L}^{-1}$, S_2 konusunda $3.30-3.35 \text{ me L}^{-1}$, S_3 konusunda 1986 yılında $10.00-13.10 \text{ me L}^{-1}$, 1987 yılında $11.50-14.00 \text{ me L}^{-1}$ değerleri arasında, S_4 konusunda ise 1986 yılında $35.75-38.00 \text{ me L}^{-1}$ ve 1987 yılında da $39.50-42.35 \text{ me L}^{-1}$ değerleri arasında bulunmuştur. Bu durum özellikle S_4 konusundaki Cl^- miktarlarının sorun yaratabilecek düzeyde olduklarını göstermektedir.

4.2 Bitki Gelişmesi Bulguları

Bu araştırmada Ankara koşullarında tarımı yapılan Calland çeşidi soya fasülyesinin ekimi, her iki yılda da, Mayıs ayı içerisinde yapılmış ve bitki, yıllara göre farklılık göstererek 119-156 gün içerisinde hasad olgunluğuna gelmiştir.

Denemenin ilk yılında (1986) 19-20 Mayıs tarihlerinde ekilen soya fasülyesi, sulama suyu tuzluluğu konularına göre farklı zamanlarda hasad olgunluğuna geldiğinden, 17 Eylül-3 Ekim tarihleri arasında hasad edilmiştir. İkinci yıl (1987) ise ekim, 5-6 Mayıs tarihlerinde yapılmış, hasad ise yine bitkiler farklı zamanlarda hasad olgunluğuna geldiğinden, 1-10 Ekim tarihlerinde yapılmıştır. Buna göre bitki vegetasyon dönemi uzunlukları, 1986 yılında 119-135 gün, 1987 yılında da 146-156 gün arasında olmuştur. Denemelerin ikinci yılında beşinci sulamanın gecikmesi, bitkinin hasad olgunluğuna gelme süresini, dolayısı ile bitki vegetasyon süresi uzunluğunu artırmıştır.

Sulama suyu tuzluluğu konuları, bitkinin olgunlaşma zamanını etkilemiştir. Tuzluluğu yüksek olan sulama sularının kullanıldığı konularda, bitkiler daha kısa sürede hasad olgunluğuna gelmişlerdir. Bu nedenle her iki yılda da ilk olarak S_4 konusu hasad edilmiştir. S_1 ve S_2 konuları ise en son hasad edilmiştir.

Denemelerde 1986 yılında ikinci sulamadan sonra, 1987 yılında ise üçüncü sulamadan sonra, sulama su-

yu tuzluluğu konularına göre bitkilerin görünümlerinde değişmeler meydana gelmiştir (şekil 4.6). Sulama suyu tuzluluğunun 2.5 dS m^{-1} 'den fazla olması, bitki yapraklarının sararıp, kurumasına neden olmuştur. Özellikle Y_3 konularında bu durum daha kısa sürede ortaya çıkmıştır. Tuzluluğu 2.5 ve 5.0 dS m^{-1} dolaylarında olan S_3 ve S_4 konularında Na, Ca, Mg, ve Cl^- , zararlı olabilecek miktarlara ulaşmıştır. Bu durumda bitki yapraklarında biriken Cl^- iyonu, yaprakların sararıp, kurumasına neden olmuştur. Klor iyonunun bu biçimde zararlanmalara neden olabileceği Christiansen vd.'de (1977) belirtilmiştir.



şekil 4.6 Araştırmanın 1986 Yılında 3.Sulamadan Sonra $S_4 Y_3$ Parselinin Görünümü

4.3 Sulama ve Su Tüketimine İlişkin Bulgular ve Tartışması

4.3.1 Sulama suyu miktarları

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da toplam 5 kez sulama yapılmıştır. Sulama tarihleri ile yıkama gereksinimi uygulanmayan Y_1 konuları için sulama suyu miktarları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Sulama aralıkları 12-15 gün arasında olmuştur. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları ise S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla 1986 yılında 583, 544, 584 ve 524

Çizelge 4.9 Araştırma Süresince Sulama Zamanları ve Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Sulamalar	Sulama Tarihleri	Sulama Suyu Miktarları(mm)			
		S_1	S_2	S_3	S_4
1	28-31/6/1986	105	105	105	105
	16-17/6/1987	112	112	112	112
2	11-12/7/1986	96	95	103	114
	16-18/7/1986	123	126	125	131
3	23-25/7/1986	110	110	123	117
	29-30/7/1987	130	145	139	120
4	7-8/8/1986	128	113	122	108
	13-14/8/1987	148	155	139	125
5	22-23/8/1986	144	121	131	80
	2-3/8/1987	143	133	133	129
TOPLAM	1986	583	544	584	524
	1987	656	671	648	617

ve 524 mm, 1987 yılında 656, 671, 648 ve 617 mm olmuştur.

Sulama sularından S_3 ve S_4 konularının hazırlanmasında tuzluluğu 1.5 dS m^{-1} , SAR değeri $5 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ dolaylarında olan yeraltı kaynağı suyuna, tuzlulukları ve SAR değerleri sırasıyla 2.5 dS m^{-1} ile $5 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ ve 5 dS m^{-1} ile $5 \text{ me}^{1/2} \text{ L}^{-1/2}$ olacak şekilde NaCl, CaCl_2 ve MgCl_2 tuzlarından, Ca:Mg'un eklenen miktarlarının oranı 1:1 olacak şekilde katılmıştır. Bu amaçla yeraltı kaynağı suyu analiz sonuçlarına göre, konular için eklenmesi gereken tuz miktarları NaCl, CaCl_2 ve MgCl_2 tuzları için sırasıyla, S_3 konusunda 223.2, 166.5 ve 305 mg L^{-1} , S_4 konusunda ise 911.3, 655.0 ve 1199.4 mg L^{-1} olarak hesaplanmıştır.

4.3.2 Bitki su tüketimi

Bitki su tüketimi değerleri 3.2.2.5 başlığı altında verilen 3.2 nolu su dengesi eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. Yıkama gereksinimi uygulanmayan Y_1 konularından, bitki su tüketimlerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan su dengesi eşitliği bileşenlerinden uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.9'da, depolamadaki değişim (∇S) miktarları Çizelge 4.10'da, aylık yağış ve bunların etkili miktarları ise Çizelge 4.11'de verilmiştir. Aylık etkili yağış miktarları, aylık yağış toplamlarından yararlanılarak Korukçu ve Yıldırım'da (1981) verilen grafikten hesaplanmıştır. Bu değerler

Gizelge 4.10 Soya Fasulyesinde Araştırma Yıllarında Gelişme Dönemi Başlangıcında ve Sonunda, Değişik Toprak Derinliklerindeki Nem Düzeyleri ve Depolamadaki değişim miktarları

	Ekim Nemi (mm)			Hasad Nemi (mm)			Depolamadaki Değişim $\pm \Delta S$ (mm)			
	0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60	0-30	30-60	0-60	
1986	S ₁	83.77	83.56	167.33	64.07	69.00	133.07	19.70	14.56	34.26
	S ₂	83.77	83.56	167.33	68.48	71.42	139.90	15.29	12.14	27.43
	S ₃	83.77	83.56	167.33	70.85	71.42	142.27	12.92	12.14	25.06
	S ₄	83.77	83.56	167.33	72.21	69.35	141.56	11.56	14.21	25.77
1987	S ₁	163.83	166.24	330.07	123.18	134.52	257.70	40.65	31.72	72.37
	S ₂	163.83	166.24	330.07	121.77	129.18	250.95	42.06	37.06	79.12
	S ₃	163.83	166.24	330.07	120.74	124.31	245.05	43.06	41.93	85.02
	S ₄	163.83	166.24	330.07	138.49	125.84	264.33	25.34	40.40	65.74

Çizelge 4.11 Araştırma Yıllarında Bitki Gelişme Dönemi Süresince Ölçülen Yağışlar ve Bunların Etkili Miktarları

Aylar	1986		1987	
	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)	Yağış (mm)	Etkili Yağış (mm)
Mayıs	14.2	14.2	47.0	45.5
Haziran	35.5	35.5	50.3	48.0
Temmuz	3.6	3.6	15.7	15.7
Ağustos	3.0	3.0	-	-
Eylül	33.0	33.0	-	-
Toplam	89.3	89.3	130.0	121.7

yıllık toplam olarak 1986 bitki gelişme döneminde 89.3 mm, 1987 yılı bitki gelişme döneminde ise 121.7 mm'dir. Depolamadaki değişim miktarları, her iki yılda da hasad toprak nemi, ekim toprak neminden düşük olduğu için, eşitliğe pozitif olarak girmiştir.

Nem değişiminin kontrolü ilkesine göre, su dengesi eşitliğinin bileşenleri ve hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bitki su tüketimi değerleri S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla olmak üzere, 1986 yılında 706.6, 660.7, 698.4 ve 639.2 mm, 1987 yılında da 850.1, 871.8, 854.7 ve 804.4 mm bulunmuştur.

Bitki su tüketimi değerleri, sulama suyu tuzluluğu tarafından etkilenmiştir. Çizelge 4.12'de verilen bitki su tüketimi değerleri incelendiğinde, araştırma-

Gizelge 4.12 Araştırma Yıllarında Su Dengesi Eşitliği Bileşenleri ve Soya Fasulyesi Su Tüketimleri

Su Dengesi Eşitliği Bileşenleri (mm)	1986				1987			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Sulama Suyu (I)	583	544	584	524	656	671	648	617
Etkili Yağış (P)	89.3	89.3	89.3	89.3	121.7	121.7	121.7	121.7
Depolamadaki Değişim (ΔS)	+34.3	+27.4	+25.1	+25.9	+72.4	+79.1	+85.0	+65.7
Toplam	706.6	660.7	698.4	639.2	850.1	871.8	854.7	804.4

nın her iki yılında da sulama suyu tuzluluğu ile, özellikle S₄ konusunda bitki su tüketiminin azaldığı görülür. Araştırmada 1986 ve 1987 yılları için bitki su tüketimi ile sulama suyu tuzluluğu arasındaki ilişkiye ait korelasyon katsayıları sırasıyla -0.74 ve -0.86 bulunmuştur. Ancak bu katsayılar istatistiksel olarak önemli değildir (Yurtsever 1984).

Sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketiminde görülen azalma, bitki köklerinin, toprak çözeltilisi tuzluluğunun artması ile etkisinde kaldıkları fizyolojik kuraklık sonucudur (Avyıldız 1983). Toprak tuzluluğunun artması, ozmotik basıncı yükselttiğinden bitki köklerinin toprak neminden yararlanması güçleşmekte ve sonuçta bitki su kullanımı azalabilmektedir.

4.3.3 Kap buharlaşması ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler

Araştırmada, bitki gelişme dönemi süresince günlük buharlaşma miktarları, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülmüştür. Ancak 1986 yılında yapılan buharlaşma ölçümlerinden sağlıklı değerler elde edilememiş ve kap buharlaşması ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler yalnızca 1987 yılı için belirlenmiştir. Çalışmada 1987 yılında bitki gelişme dönemi süresince ölçülen kap buharlaşması değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Mayıs-Eylül arasındaki dönemde, A sınıfı kaptan olan toplam buharlaşma miktarı 1015.1 mm olarak ölçülmüştür.

Eşitlik 3.5'de verilen, kap buharlaşması ile bitki su tüketimi ilişkisine göre, 1987 yılı verileri için hesaplanan K_c katsayıları S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla 0.84, 0.86, 0.84 ve 0.79 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13 Araştırmanın Yürütüldüğü 1987 Yılı A Sınıfı Kap Buharlaşması Değerleri

		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Buharlaşma (mm)	Günlük	5.20	5.74	6.98	7.82	7.43	
	Aylık	161.2	172.2	216.4	242.4	222.9	1015.1

Çizelge 4.14 Araştırmanın Yürütüldüğü 1987 Yılı İçin
A Sınıfı Buharlaştırma Kabı Kc Katsayıları

	Sulama Suyu Tuzluluğu			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Kc Katsayıları	0.84	0.86	0.84	0.79

4.4 Soya Fasülyesi Verimine İlişkin Bulgular ve Tartışması

Bu çalışmada tarımı yapılan Calland çeşidi soya fasülyesinin, sulama suyu tuzluluğu (S) ve yıkama gereksinimi (Y) miktarları konuları için elde edilen tane verimleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Ortalama verimler 1986 yılında 779 g parsel⁻¹, 1987 yılında ise 607.8 g parsel⁻¹ olmuştur. Çalışmanın ikinci yılında elde edilen tane verimleri, S₄ konusu dışında ilk yılda elde edilen verimlerden daha düşük olmuştur. Yıllara göre oluşan tane verimindeki farklılıklar ise iklim ve toprak koşullarının gösterdiği değişikliklerden kaynaklanmıştır.

Çalışmada elde edilen tane verimlerinin istatistiksel analizleri, yıllara göre elde edilen verimlerin ayrı ayrı varyans analizi ve iki yıl verimlerinin birarada varyans analizi şeklinde yapılmıştır. Tane verimi 1986 yılı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, 1987 yılı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17'de ve iki yıl birarada varyans analizi sonuçları da Çizelge

Çizelge 4.1.5 Araştırmada Elde Edilen Soya Fasulyesi Tane Verimleri

Sulama Suyu Tuzluluğu Konuları	Yıkama Gereksinimi Konuları	1986 Yılı (g parsel ⁻¹)						1987 Yılı (g parsel ⁻¹)						Yıllar Ortalaması	
		Bloklar			Ortalama	Bloklar			Ortalama	Bloklar			Ortalama	g parsel ⁻¹	kg da ⁻¹
		I	II	III		I	II	III		I	II	III			
S ₁	Y ₁	810	948	1035	931.0	586	557	672	605.0	768.0	243.81				
	Y ₂	838	1117	935	963.3	572	557	615	581.3	772.3	245.19				
	Y ₃	1007	1106	990	1034.3	600	630	550	593.3	813.8	258.36				
S ₂	Y ₁	976	1035	975	995.3	680	652	763	698.3	846.8	268.84				
	Y ₂	1155	1038	1011	1068.0	668	670	838	725.3	896.7	284.66				
	Y ₃	1026	1371	1025	1140.7	700	670	692	687.3	914.0	290.16				
S ₃	Y ₁	690	693	740	707.7	580	666	780	675.3	691.5	219.52				
	Y ₂	1041	1138	1027	1068.7	587	653	860	700.0	884.3	280.74				
	Y ₃	745	677	922	781.3	812	588	640	680.0	730.7	231.96				
S ₄	Y ₁	240	465	213	306.0	500	375	438	437.7	371.8	118.04				
	Y ₂	154	250	245	216.3	530	373	460	454.3	335.3	106.46				
	Y ₃	138	85	183	135.3	505	450	410	455.0	295.2	93.70				
Ortalama		735.0	826.9	775.1	779.0	610.0	570.1	643.2	607.8	693.4	220.12				

Çizelge 4.16 Tane Verimleri 1986 Yılı Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	Tablo F 0.05	Tablo F 0.01
Tekrarlamalar (Bloklar)	2	5136.063	2568.031	2.718	3.418	5.72
Sulama Suyu Tuzluluğu (S)	3	400156.5	133385.5	141.183**	3.038	4.82
Yıkama Gereksinimi Miktarı (Y)	2	5419.938	2709.969	2.868	3.418	5.72
S x Y İnteraksiyonu	6	25871.44	4311.906	4.564**	2.546	3.76
Deneme Hatası	22	20784.96	944.771			
Genel	35	457369				

(*) % 5 Önemlilik düzeyini

Varyasyon katsayısı(C.V)= % 12.4

(**) % 1 " " göstermektedir.

Çizelge 4.17 Tane Verimleri 1987 Yılı Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	Tablo F 0.05	Tablo F 0.01
Tekrarlamalar (Bloklar)	2	3238.531	1619.266	2.965	3.418	5.72
Sulama Suyu Tuzluluğu (S)	3	36822.14	12274.05	22.473**	3.038	4.82
Yıkama Gereksinimi Miktarı (Y)	2	102	51	0.093	3.418	5.72
S x Y İnteraksiyonu	6	375.871	62.645	0.115	2.546	3.76
Deneme Hatası	22	12015.53	546.161			
Genel	35	52554.08				

(*) % 5 Önemlilik düzeyini

Varyasyon katsayısı (C.V.)= % 12.4

(**) % 1 " " göstermektedir.

4.18'de verilmiştir.

Çalışmada 1986 yılı sonuçlarına göre, sulama suyu tuzluluğu tane verimini 0.01 önemlilikte etkilemiştir (Şekil 4.7). Sulama suyu tuzluluğunun artması verimde azalmaya neden olmaktadır. Sulama suyu tuzluluğu konularının Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.19'da verilmiştir. En yüksek verim S_2 konusundan ($339.05 \text{ kg da}^{-1}$), en düşük verim ise S_4 konusundan (69.60 kg da^{-1}) elde edilmiştir. Yıkama gereksinimi olarak uygulanan sulama suları ise tek başına verim üzerinde etkili değildir. Ancak yıkama gereksinimi (Y) ile sulama suyu tuzluluğu (S) arasındaki interaksiyon önemlidir. Bunun anlamı, yıkama gereksinimi olarak verilecek sulama suyu miktarları, sulama suyu tuzluluğu tarafından da etkilenmektedir. İstatistiksel olarak önemli bulunan sulama suyu tuzluluğu ile yıkama gereksinimi interaksiyonu için Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.20'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi, yıkama gereksinimi olarak uygulanan %25 (Y_2) ve %50 (Y_3) daha fazla sulama sularının verime etkisi, tuzluluğu daha düşük olan S_1 ve S_2 konularında en yüksek olmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun sırasıyla, ortalama olarak 2.545 ve 5.282 dS m^{-1} olduğu S_3 ve S_4 konularında ise bu değerlendirmeye göre (S_3Y_2 dışında), yıkama gereksinimi uygulamasının soya fasülyesinde tane verimine etkisi önemli değildir.

Çalışmanın 1987 yılı sonuçlarına göre ise, soya fasülyesi tane verimi yalnızca sulama suyu tuzluluğu tarafından 0.01 önemlilik düzeyinde etkilenmiştir. Gerek

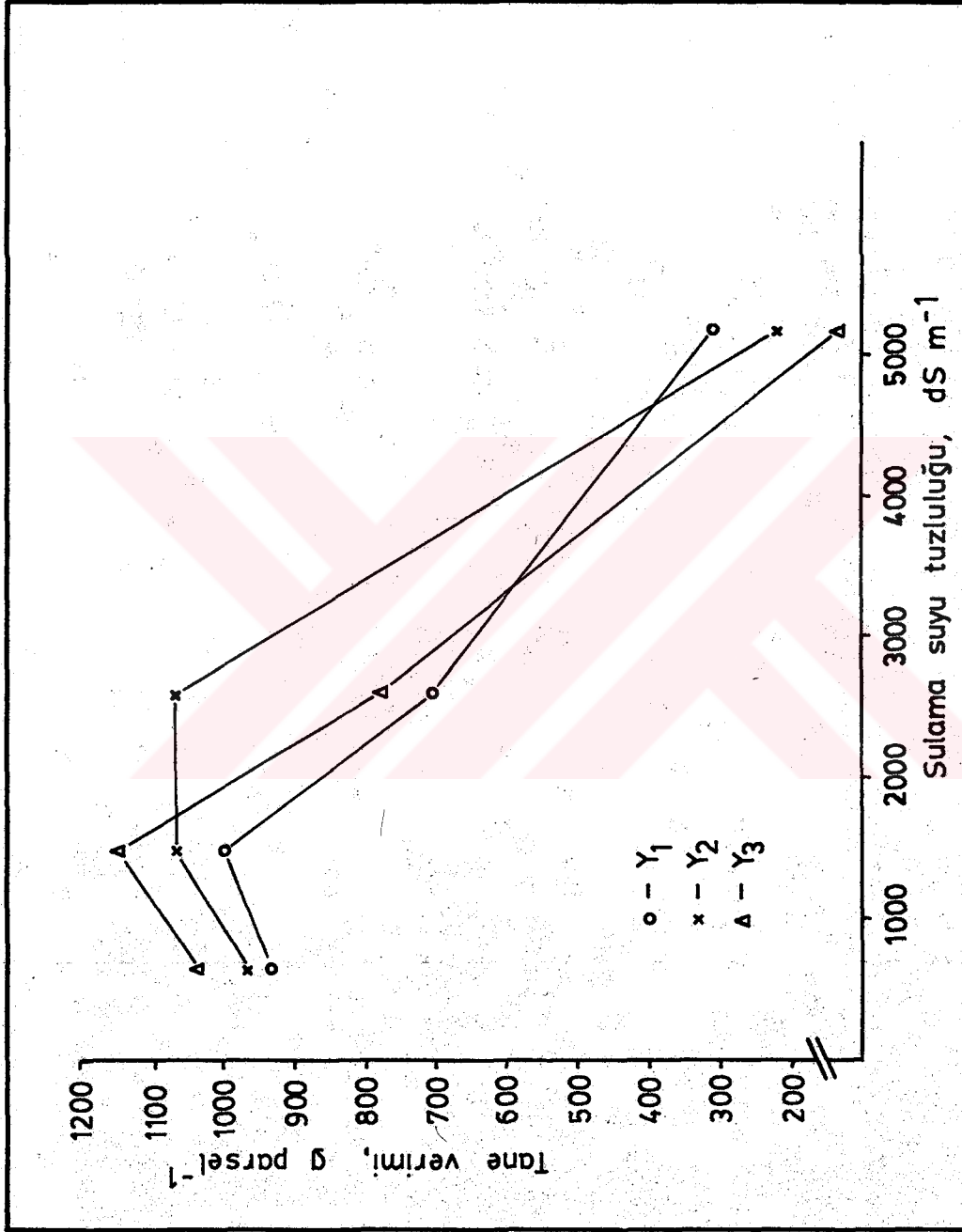
Çizelge 4.18 İki Yıl Tane Verimleri Birleşik Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	Tablo F 0.05	Tablo F 0.01	Olasılık
Yıllar (L)	1	53203.22	53203.22	71.37**	3.88	7.11	0.000
Aynı Yılda Tekrarlamalar R (L)	4	8374.89	2093.72	2.81*	2.41	3.63	0.036
Sulama Suyu Tuzluluğu (S)	3	326789.09	108929.70	146.12**	2.64	4.11	0.000
Yıl x Sulama Suyu tuzluluğu (L x S)	3	110186.72	36728.91	49.27**	2.64	4.11	0.000
Yıkama gereksinimi miktarı (Y)	2	3439.59	1719.79	2.31	3.03	4.98	0.111
Yıl x Yıkama gereksinimi miktarı (L x Y)	2	2082.71	1041.35	1.40	3.03	4.98	0.258
Sulama Suyu tuzluluğu X Yıkama gereksinimi miktarı (S x Y)	6	13149.04	2191.51	2.94*	2.14	3.09	0.016
Yıl x Sulama suyu tuzluluğu x Yıkama gereksinimi miktarı (LxSxB)	6	13098.08	2183.0	2.93*	2.14	3.09	0.017
Deneme Hatası	44	32800.83	745.47				

Varyans Katsayısı (C.V.)= % 12.4

(*) % 5 Önemlilik düzeyini

(**) % 1 " " göstermektedir.



Şekil 4.7 Araştırmada 1986 Yılı Soya Fasulyesi Tane Verimi ile Sulama Suyu Tuzluluğu ilişkisi

Çizelge 4.19 Araştırmada 1986 Yılı Tane Verimi İçin Sulama Suyu Tuzluluğu Duncan Değerlendirmesi

Sulama Suyu Tuzluluğu	Ortalama kg da ⁻¹	L.S.D. % 5 30.05	L.S.D. % 1 40.84
S ₂	339.05	A	A
S ₁	309.91	A	AB
S ₃	270.65	B	B
S ₄	69.60	C	C

Çizelge 4.20 Araştırmada 1986 Yılı Tane Verimi İçin Sulama Suyu Tuzluluğu (S) ve Yıkama Gereksinimi (Y) İnteraksiyonu Duncan Değerlendirmesi

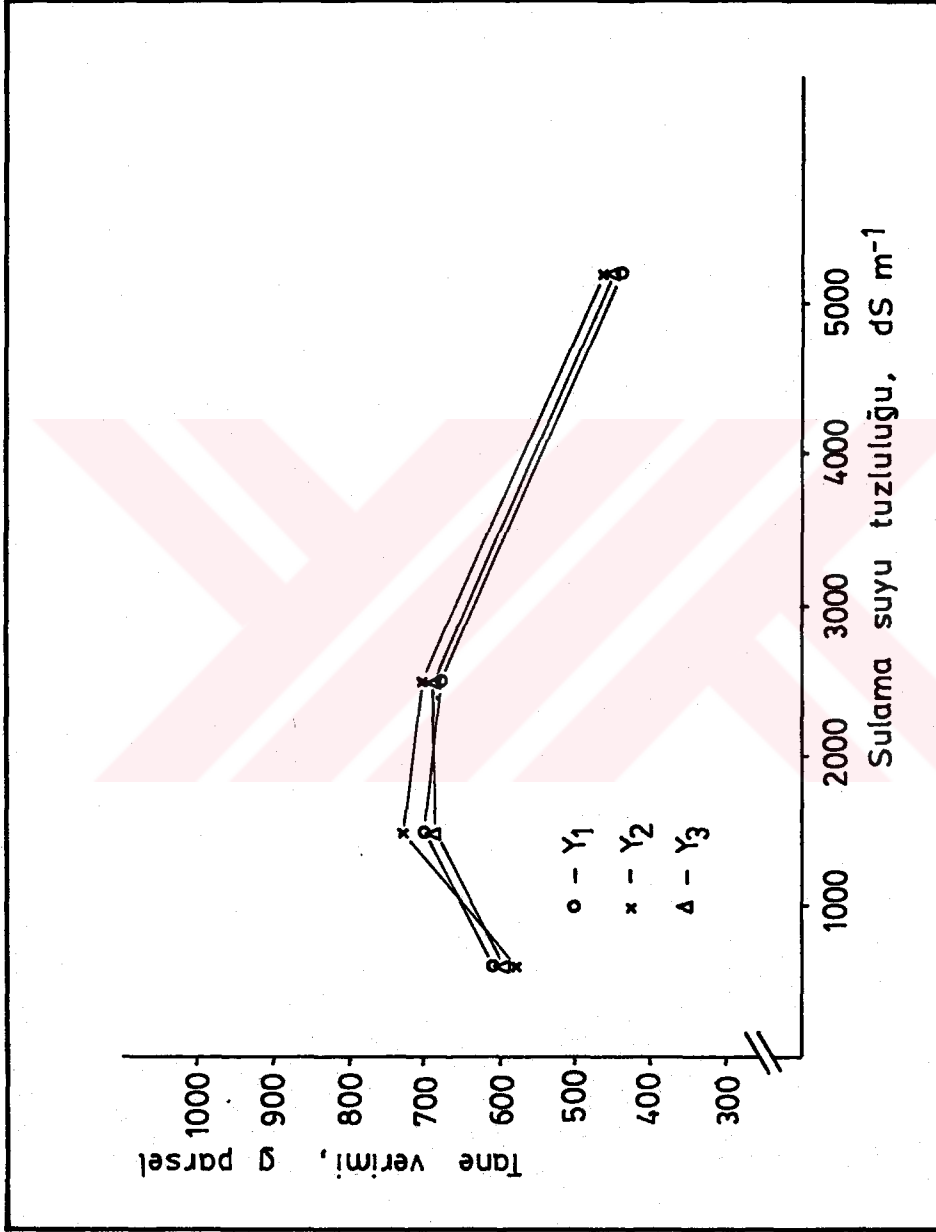
Sulama Suyu Tuzluluğu	Ortalama kg da ⁻¹	L.S.D. % 5 52.05	L.S.D. % 1 70.74
S ₂ Y ₃	362.12	A	A
S ₃ Y ₂	339.26	ABC	A
S ₂ Y ₂	339.05	ABC	A
S ₁ Y ₃	328.36	ABC	A
S ₂ Y ₁	315.98	ABC	AB
S ₁ Y ₂	305.82	BC	AB
S ₁ Y ₁	295.55	CD	AB
S ₃ Y ₃	248.04	DE	BC
S ₃ Y ₁	224.66	E	C
S ₄ Y ₁	97.14	FG	DEF
S ₄ Y ₂	68.68	GH	EF
S ₄ Y ₃	42.96	H	F

yıkama gereksinimi miktarları ve gerekse de sulama suyu tuzluluğu ile yıkama gereksinimi arasındaki interaksiyon, istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Sulama suyu tuzlulukları için Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.21'de verilmiştir. Denemelerin ikinci yılında da en yüksek verim S_2 konusundan ($223.38 \text{ kg da}^{-1}$), en düşük verim ise S_4 konusundan ($142.54 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir. Araştırmada 1987 yılı için, sulama suyu tuzluluğu ile tane verimi arasındaki ilişki, Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Yıllara göre elde edilen tane verimlerinin birlikte varyans analizi çizelgesi olan 4.18 incelendiğinde, 1986 ve 1987 yıllarında elde edilen verimler arasında farklılık olduğu görülür. Bu farklılık, iklim ve toprak özelliklerinin yıllara göre gösterdiği değişiklikten kaynaklanmıştır. İki yıl verimlerinin birlikte analizi sonucunda da verimi etkileyen en önemli unsur, sulama suyu tuzluluğudur. Sulama suyu tuzluluğunun artması tane

Çizelge 4.21 Araştırmada 1987 Yılı Tane Verimi İçin Sulama Suyu Tuzluluğu Duncan Değerlendirmesi

Sulama Suyu Tuzluluğu	Ortalama kg da^{-1}	L.S.D. % 5 22.85	L.S.D. % 1 31.05
S_2	223.38	A	A
S_3	217.50	A	AB
S_1	118.32	B	B
S_4	142.54	C	C



Sekil 4.8 Araştırmada 1987 Yılı Soya Fasulyesi Tane Verimi ile Sulama Suyu Tuzluluğu ilişkisi

veriminde azalmaya neden olmuştur. Yıkama gereksinimi uygulamaları tane verimini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir. Ayrıca yıllar ile yıkama gereksinimleri arasındaki interaksiyon da önemli çıkmamıştır. Ancak yıllar ile sulama suyu tuzluluğu interaksiyonu 0.01 düzeyinde önemlidir. Bunun anlamı, yıllar yani deneme toprakları ve iklim etmenlerindeki farklılaşmalar, sulama suyu tuzluluğunun verimde oluşturduğu değişimleri etkilemiştir. Yine, sulama suyu tuzluluğu ile yıkama gereksinimi interaksiyonu ve yıllar x sulama suyu tuzluluğu x yıkama gereksinimi interaksiyonu, düşük te olsa önemli bir ilişki göstermiştir. Bu interaksiyonların önemli olması, hem sulama suyu tuzluluğunun verime olan etkisinin yıkama gereksinimi uygulamaları ile değiştiğini ve hemde bu değişmelerin yıllar yani deneme toprakları ve iklim koşulları tarafından da etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada gözlenen, sulama suyu tuzluluğu ve dolayısı ile toprak tuzluluğunun artması ile, bitki gelişmesi ve veriminde görülen azalma etkilenmeleri, Maftoun ve Sheibany (1979), Joaquin vd. (1982) ve Makki vd. (1987)'de verilen bulgularla benzer olmuştur.

4.5 Soya Fasülyesi Kalitesine İlişkin Bulgular ve Tartışması

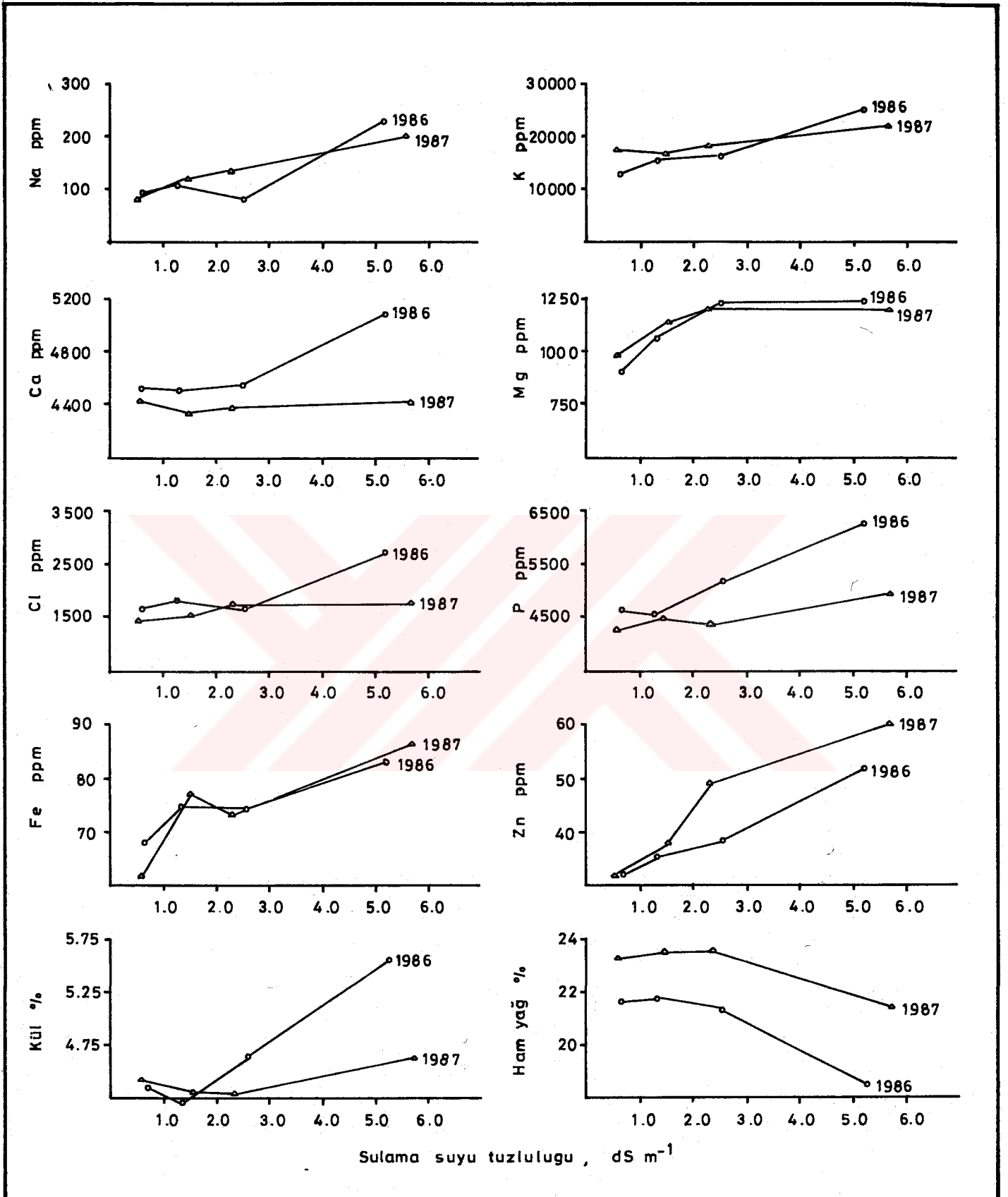
4.5.1 Soya fasülyesi fiziksel kalite analizleri

Soya fasülyesi tanesi fiziksel bileşim unsurlarından 1000 tohum ağırlığı, nem içeriği, toplam kül ve ham yağ kapsamına ilişkin analiz bulguları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Yapılan varyans analizlerinde fiziksel bileşim unsurlarına yıkama gereksini uygulamalarının etkili olmadığı görüldüğünden, Çizelge 4.22'deki değerler sulama suyu tuzluluğu konuları için düzenlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu, nem içeriği dışında 1000 tohum ağırlığı, toplam kül ve ham yağ kapsamına her iki yılda da 0.01 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. Bu etki özellikle S_4 konusunda çok belirgin olmuştur. Soya fasülyesi tanesi fiziksel bileşim unsuru değerleri ile sulama suyu tuzluluğu değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Soya fasülyesi tanesi fiziksel bileşim unsurlarına önemli etkide bulunan sulama suyu tuzluluğu değerlerinin Duncan değerlendirmeleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Soya fasülyesi tanesi 1000 tohum ağırlığı değerleri, her iki yılda da sulama suyu tuzluluğunun artması ile, azalma göstermiştir. Bunun nedeni, tuzlu sulama sularının kullanılması sonucunda, tane iriliğinin azalması ve tanelerin buruşma göstermesidir. Bu durum özellikle S_4 konularında gözlenmiştir. Ortalama değerler olarak 1000 tohum ağırlıkları, S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla, 1986 yılında 152.46, 159.16, 139.49 ve 62.57 g, 1987 yılında ise 142.10, 149.34, 147.48 ve 113.99 g bulunmuştur. Buna göre S_4 konusundaki azalma miktarları

Çizelge 4. 22 Araştırmada Sulama Suyu Tuzluluğu Konuları İçin Soya Fasulyesi Tanesi Fiziksel Kalite Analizi Bulguları

Fiziksel Bileşim Unsuru	Yıl	S ₁		S ₂		S ₃		S ₄			Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Genel Ortalama
		Değişim Sınırı	Ortalama	Değişim Sınırı	Ortalama	Değişim Sınırı	Ortalama	Değişim Sınırı	Ortalama	Ortalama			
1000 tohum ağırlığı (g)	1986	129.0	163.7	153.9	165.7	159.2	150.4	139.5	43.6	87.4	62.6	9.47	133.4
						+ 3.53		+ 3.85			+ 4.98		
Nem içeriği %	1987	128.9	155.6	142.5	158.5	149.4	158.1	147.9	85.9	132.0	114.0	5.86	8.44
						+ 2.97		+ 2.69			+ 4.59		
Toplam Kül %	1986	6.97	7.98	6.91	8.47	7.52	8.85	7.46	6.93	7.79	7.31	5.11	4.55
						+ 0.127		+ 0.201			+ 0.093		
Ham Yağ %	1987	8.69	10.40	8.20	10.85	9.44	11.58	9.91	7.10	10.48	8.70	5.89	21.86
						+ 0.233		+ 0.349			+ 0.383		
	1986	4.11	4.66	3.97	4.54	4.22	4.94	4.63	5.32	5.77	5.55	3.23	22.94
						+ 0.056		+ 0.052			+ 0.049		
	1987	4.07	4.79	4.08	4.57	4.32	4.58	4.31	4.31	5.08	4.66	3.49	22.94
						+ 0.081		+ 0.059			+ 0.069		
	1986	19.97	23.00	20.17	22.62	21.74	22.02	21.30	17.21	19.94	18.48	4.58	22.94
						+ 0.315		+ 0.193			+ 0.348		
	1987	22.12	24.97	22.78	24.17	23.48	24.45	23.50	19.57	22.89	21.49	3.59	22.94
						+ 0.287		+ 0.271			+ 0.340		



Şekil 4.9 Soya Fasulyesi Tanesi Fiziksel ve Kimyasal Bileşim Unsuru Değerlerinin Sulama Suyu Tuzluluğu İle Değişimi

1986 yılı için %60.7, 1987 yılı için de %23.7 olmuştur. Benzer sonuçlar Abel ve McKenzie (1964) ve Slama ve Bouaziz (1978) tarafından da elde edilmiştir.

Toplam kül miktarları her iki yılda da S_4 konusunda en fazla bulunmuştur. Bunun nedeni, sulama suyu tuzluluğunun artması ile, soya tanesi mineral bileşim unsurlarının da artmasıdır. Ortalama değerler olarak toplam kül miktarları S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla, 1986 yılında %4.37, 4.22, 4.63 ve 5.55, 1987 yılında ise %4.43, 4.32, 4.31 ve 4.66 olarak saptanmıştır. Buna göre, S_4 konusu için artış oranları, 1986 yılında %31.5, 1987 yılında %8.1 kadar olmuştur.

Ham yağ içerikleri de sulama suyu tuzluluğunun artması ile azalma göstermiştir. Slama ve Bouaziz'de (1978) soya fasülyesi tane veriminin, tuzluluğun artması ile azalma gösterdiğini saptamıştır. Sulama suyu tuzluluğu ile tane verimindeki azalma, özellikle S_4 konusunda çok belirgin olmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun 2.5 dS m^{-1} ve buna bağlı olarak toprak tuzluluğunun da 1.644 dS m^{-1} olması durumunda dahi, soya fasülyesi tanesi ham yağ kapsamları önemli bir azalma göstermemektedir. Ancak bu değerlerin sırasıyla 5 ve 3.263 dS m^{-1} olması, soya fasülyesi tanesi ham yağ miktarlarınının %8.6-15.0 kadar bir azalma göstermesine neden olmuştur. Ortalama değerler olarak ham yağ miktarları S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla, 1986 yılında %21.60, 21.74, 21.30 ve 18.48, 1987 yılında ise %23.26, 23.48, 23.50 ve 21.49 olarak elde edilmiştir.

4.5.2 Soya fasülyesi kimyasal kalite analizleri

Soya fasülyesi tanesinde yapılan kimyasal bileşim unsuru analizlerinden mineral madde analizleri (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , P, Fe ve Zn) ve protein analizleri bulguları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda, kimyasal bileşim unsurlarına yıkama gereksinimi miktarlarının istatistiksel olarak önemli etkide bulunmadıkları belirlenmiştir. Soya fasülyesi tanesi kimyasal bileşim unsurlarından, mineral madde içerikleri ise sulama suyu tuzlulukları tarafından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmişlerdir. Sulama suyu tuzluluğunun artması, ilk yıl bulgularına göre Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , P ve Zn içeriklerini 0.01, Fe içeriklerini ise 0.05 önemlilik düzeyinde, ikinci yıl sonuçlarına göre de Na^+ , K^+ , Mg^{++} , P, Fe ve Zn içeriklerini 0.01 önemlilik düzeyinde etkilemiştir. Protein içerikleri her iki yılda da, sulama suyu tuzlulukları tarafından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir.

Soya fasülyesi tanesinde en fazla bulunan mineral bileşim ögesi K^+ 'dur. İki yıl ortalaması olarak 17975.1 ppm düzeyinde bulunan K^+ , külün yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Ortalama değerler olarak K^+ içerikleri, S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için sırasıyla 1986 yılında 13038.1, 15428.2, 16350.7 ve 24657.5 ppm, 1987 yılında ise 17351.8, 16367.9, 18224.7 ve 22381.6 ppm bulunmuştur. Mineral bileşim öğelerinden en fazla bulunan diğer elementler P ve Ca^{++} 'dur. Sulama suyu tuzluluğu konuları için P miktarları, 1986 yılında 4625.6, 4547.9, 5199.4

Gizelge 4.24 Araştırmada Sulama Suyu Tuzluluğu Konularını İçin Soya Fasulyesi
Renezi Kimyasal Kalite Analizi Bulguları

Kimyasal Bileşim Unsuru	Yıl	S ₁		Ortalama	S ₂		Ortalama	S ₃		Ortalama	S ₄		Ortalama	Varyasyon Katsayısı	Genel Ortalama	
		Değişim Sınırı	Ortalama		Değişim Sınırı	Ortalama		Değişim Sınırı	Ortalama		Değişim Sınırı	Ortalama				
Sodyum, Na ⁺ ppm	1986	81	131	100.6 ± 6.02	57	157	109.3 ± 13.32	41	152	88.1 ± 12.90	159	290	228.9 ± 14.66	131.74	30.77	135.85
	1987	45	120	89.8 ± 7.81	85	191	126.4 ± 11.62	80	246	144.1 ± 19.03	113	250	199.6 ± 14.03	139.95	32.68	
Potasyum, K ⁺ ppm	1986	12167	13982	13038.1 ± 197.95	11621	17754	15428.2 ± 681.8	12689	21968	16350.7 ± 933.73	19574	29324	24657.4 ± 1321.09	17368.6	16.86	17975.1
	1987	15490	19248	17351.8 ± 439.95	14185	18904	16367.9 ± 549.20	16888	19751	18244.7 ± 325.45	20140	25537	22381.6 ± 614.07	18581.5	8.11	
Kalsiyum Ca ⁺⁺ ppm	1986	4406	4617	4527.4 ± 26.22	4379	4655	4499.0 ± 26.59	4422	4709	4567.5 ± 28.31	4856	5361	5085.8 ± 57.81	4669.9	2.72	4540.2
	1987	4285	4575	4443.2 ± 29.89	4239	4512	4360.8 ± 35.01	4252	4558	4402.4 ± 34.93	4216	4639	4435.4 ± 42.93	4410.4	2.46	
Magnezyum Mg ⁺⁺ ppm	1986	798	971	903.8 ± 21.07	996	1129	1061.5 ± 14.67	1103	1299	1212.7 ± 23.20	1170	1288	1231.5 ± 15.04	1102.4	5.67	1118.4
	1987	928	1029	986.4 ± 10.24	1091	1167	1142.5 ± 7.80	1152	1306	1212.5 ± 15.44	1134	1244	1196.8 ± 11.79	1134.5	3.31	
Klor, Cl ⁻ ppm	1986	1000	3000	1722.2 ± 222.2	1500	3000	1833.3 ± 186.3	1000	3000	1722.2 ± 206.0	1500	3500	2722.2 ± 222.2	2000.0	26.74	1840.3
	1987	1000	2000	1500 ± 83.3	1000	2000	1611.1 ± 161.9	1500	2000	1777.8 ± 87.8	1000	3000	1833.3 ± 186.3	1680.6	25.72	
Fosfor, P ppm	1986	4163	5217	4625.5 ± 125.5	4037	4905	4547.9 ± 85.56	4667	5624	5199.3 ± 102.3	5730	7077	6262.2 ± 164.7	5158.7	7.75	4855.3
	1987	3879	5178	4298.8 ± 159.5	4079	5005	4531.6 ± 114.6	3940	5014	4401.4 ± 125.0	4417	5253	4975.6 ± 90.7	4551.8	7.20	
Demir, Fe ppm	1986	50	89	68.2 ± 4.00	60	89	74.2 ± 2.85	60	89	74.4 ± 3.29	70	99	83.0 ± 3.60	74.95	13.36	74.94
	1987	49	79	61.9 ± 3.97	60	89	77.4 ± 3.05	59	89	73.7 ± 3.24	79	100	86.7 ± 2.07	74.92	13.36	
Çinko, Zn ppm	1986	18	55	32.2 ± 4.29	27	47	34.4 ± 1.90	32	45	38.2 ± 1.39	42	57	51.5 ± 1.61	39.07	21.55	42.02
	1987	29	37	32.1 ± 0.92	29	55	38.2 ± 2.91	33	56	49.3 ± 2.33	48	78	60.3 ± 2.84	44.97	17.67	
Protein (%)	1986	34.13	39.34	36.87 ± 0.51	35.19	42.06	37.62 ± 0.74	34.11	37.40	35.67 ± 0.38	34.47	39.43	36.34 ± 0.53	36.63	4.31	36.31
	1987	33.57	37.61	36.14 ± 0.412	33.61	38.16	35.89 ± 0.423	33.94	38.81	35.67 ± 0.273	35.19	38.02	36.24 ± 0.264	35.98	2.50	

ve 6262.2 ppm, 1987 yılında 4298.8, 4531.6, 4401.4 ve 4975.6 ppm, Ca^{++} miktarları ise 1986 yılında 4527.4, 4499.0, 4567.5 ve 5085.8 ppm, 1987 yılında da 4443.2, 4360.8, 4402.4 ve 4435.4 ppm düzeyinde olmuştur. Soya fasülyesi tanesinde en az bulunan mineral bileşim öğeleri ise Zn ve Fe 'dir. İki yılın ortalamaları olarak Zn ve Fe miktarları sırasıyla 42.02 ve 74.94 ppm'dir. Ortalama değerler olarak 1986 ve 1987 yılları için sırasıyla, Na^+ miktarları 131.74 ve 139.95 ppm, Mg^{++} miktarları 1102.4 ve 1134.5 ppm, Cl^- miktarları da 2000 ve 1680.6 ppm bulunmuştur. Soya fasülyesi tanesi kimyasal bileşim unsurları için, sulama suyu tuzluluklarına göre Duncan değerlendirmeleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen mineral bileşim unsuru değerleri, Çizelge 4.25'de verilen Markley (1950), Smith (1980) ve Anonymous (1986)'da verilen değerler ile uyumlu olmuştur.

Çizelge 4.25 Soya Fasulyesinde Çeşitli Kaynaklara Göre Mineral Madde İçerikleri

Bileşim Unsuru	MARKLEY (1950)	SMITH (1980)	ANONYMOUS (1986)
Toplam Kül (%)	3.30-6.35	4.61-5.37	4.40-5.00
Potasyum (ppm)	12900-21700	15800-17500	18000-19000
Kalsiyum (ppm)	1630-4700	2210-3860	1700-2400
Mağnezyum (ppm)	-	220-240	-
Fosfor (ppm)	4190-8220	6230-7270	-
Çinko (ppm)	20-23	37	-

Soya fasülyesi tanesinde bulunan mineral bileşim ögeleri sulama suyu tuzluluğunun artmasına bağlı olarak artma göstermişlerdir (Şekil 4.8). Sulama suyu tuzluluğu ile en fazla artış Na^+ 'da görülmektedir. S_4 konusundaki artış miktarları Na^+ için 1986 yılında %159.8, 1987 yılında %122.3 olmuştur. Mineral madde artış oranları 1986 ve 1987 yılları için sırasıyla olmak üzere, Zn 'da %59.8 ve %88.0, K^+ 'da %89.1 ve %36.7, Cl^- 'da %58.1 ve %22.2, Ca^{++} 'da %13.0 ve %1.7, Mg^{++} 'da %36.3 ve %21.3, P 'da %37.7 ve %15.7 ve Fe 'de de %21.7 ve %40.0 olmuştur.

Soya fasülyesi tanesinde saptanan protein miktarları ise, ortalama değerler olarak 1986 yılında %36.63, 1987 yılında da %35.98 olarak bulunmuştur.

5 SONUÇ ve ÖNERİLER

Ankara koşullarında, düşük kaliteli sulama sularının soya fasülyesi (*Glycine max* L. Merrill) sulanmasında kullanılması halinde, bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi, bitki su tüketiminin saptanarak kap buharlaşması yöntemiyle karşılaştırılması, ayrıca düşük kaliteli suların yıkama gereksinimleri ile birlikte uygulanması halinde kullanılabilme olanaklarının ve bu düşük kaliteli sulama sularının toprak tuzlulaşmasına etkisinin belirlenmesi amacıyla 1986 ve 1987 yıllarında tarla denemeleri şeklinde yürütülen bu çalışmada, elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

a-Her iki yılda da aynı yörede ancak değişik yerlerde yürütülen denemelerde, ilk yıl (1986) deneme toprakları (killi-tın), ikinci yıl (1987) deneme topraklarından (kil) daha hafif bünyelidir. Bu nedenle, 1986 yılı deneme topraklarının su tutma kapasiteleri daha düşük, geçirgenlikleri ise daha fazladır.

b-Deneme topraklarının verimlilik analizi sonucunda, her iki yıl toprakları da toplam tuz açısından sorunsuz ve alkali reaksiyonda bulunmuştur. Kireç kapsamaları orta ile zengin arasında, yarayışlı potasyum miktarları da yeterlidir. Bitkilere yarayışlı azot ve fosfor kapsamaları ise düşük bulunmuştur.

c-Deneme öncesi toprak tuzlulukları 1986 yılı deneme topraklarında tüm derinlikler için, 1987 yılı deneme topraklarından daha fazladır. Ancak deneme öncesin-

de her iki deneme toprağı da tuzsuz ve sodyumsuz toprak niteliğindedir. Denemeler sonunda ise S₄ konusunun uygulandığı parsellerde topraklar tuzlu toprak niteliğı kazanmıştır. Özellikle S₃ ve S₄ konularında profilde Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ ve Cl⁻ iyonları başlangıca göre artma göstermiş S₄ konusunda ise Cl⁻ zararlı olabilecek düzeylere ulaşmıştır. Bunun yanında toprak tuzlulukları, bütün konularda derinlik boyunca azalma göstermiştir. Yıkama gereksinimi uygulamaları, tuzlu suların kullanılması durumunda dahi olumlu bir etki göstermemiş, daha önceden profilde birikmiş olan tuzların yıkanmasına bir etkide bulunmamıştır. Kil bünyeli 1987 yılı deneme topraklarında, özellikle 0-20 ve 20-40 cm derinlikler için toprak tuzlulukları, tuzluluğı yüksek suların kullanılması durumunda 1986 yılı deneme topraklarına oranla daha fazla artmıştır.

d-Araştırmada kullanılan sulama suyu kaynaklarından yüzey kaynağı suyu, ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma yöntemine göre C₂S₁, yeraltı kaynağı suyunun sınıfı ise C₃S₂ 'dir. Yeraltı kaynağı suyuna NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları katılarak oluşturulan sulama sularının toplam tuzlulukları 2.5 ve 5.0 dS m⁻¹, SAR değerleri ise 5.0 me^{1/2} L^{-1/2} dolaylarında olmuştur.

e-Araştırmada Calland çeşidi soya fasülyesi kullanılmıştır. Sulama suyu tuzluluğı konularına göre hasad tarihleri değişik olmuştur. Vegetasyon dönemi uzunlukları 1986 yılında 119-135 gün, 1987 yılında da 146-156 gün olmuştur.

f-Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da 5'er kez sulama yapılmıştır. Sulamalar generatif gelişme dönemi (R) süresince, 12-15 gün aralıklarla yapılmıştır. Bitki su tüketimleri, sulama suyu tuzluluğu konularına göre ve özellikle S_4 konusunda farklılık göstermiştir. Yıllara göre değişik olmakla beraber, S_4 konusunda bitki su tüketimi %5-10 kadar daha düşük olmuştur.

g-Hesaplanan bitki su tüketimleri ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen günlük buharlaşma miktarları arasındaki ilişkiye ait K_c katsayıları hesaplanmış ve bu değerler 1987 yılı için S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konularında sırasıyla 0.84, 0.86, 0.84 ve 0.79 olarak bulunmuştur.

h-Ortalama tane verimleri 1986 yılında 247.3 kg da⁻¹, 1987 yılında ise 193.0 kg da⁻¹ olmuştur. Yıllara göre elde edilen tane verimlerinin ayrı ayrı yapılan varyans analizlerinde, verimi etkileyen en önemli unsur sulama suyu tuzluluğu olmuştur. S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konuları için elde edilen ortalama tane verimleri sırasıyla, 1986 yılında 310, 339, 271 ve 70 kg da⁻¹, 1987 yılında ise 188, 223, 217 ve 143 kg da⁻¹ olmuştur. Toprak bünyesinin killi-tın olduğu 1986 yılı tane verimleri, 1987 yılı tane verimlerinden daha fazla olmuştur. Yıkama gereksinimi uygulamaları tane verimine her iki yılda da etkili olmamıştır. Sulama suyu tuzluluğu ile yıkama gereksinimi uygulamalarının tane verimine birlikte etkisi ise, daha hafif bünyeli topraklarda yapılan 1986 yılı deneylerinde önemli bulunmuştur. Her iki yılda da en iyi verim S_2 konusundan elde edilmiştir. İki yıl verimleri-

nin birleşik varyans analizi sonucunda da, verimi etkileyen en önemli unsur sulama suyu tuzluluğudur. Ancak iklim ve toprak faktörlerindeki değişiklikler, sulama suyu tuzluluğunun verime etkisinin farklı olmasına neden olmuştur. Benzer şekilde hem sulama suyu tuzluluklarının verime olan etkisi, yıkama gereksinimi uygulaması ile değişmiş ve hem de bu etkiler yıllar itibariyle değişiklik göstermiştir.

i-Soya fasülyesi tanesi fiziksel ve kimyasal bileşim unsurlarına, sulama suyu tuzlulukları her iki yılda da önemli etkide bulunmuşlardır. Soya tanesi fiziksel ve kimyasal bileşim unsurlarına, yıkama gereksinimi uygulamaları ise her iki yılda da önemli bir etkide bulunmamıştır. Her iki yılda da soya fasülyesi tanesi fiziksel bileşim unsuru değerlerinden 1000 tohum ağırlığı ve ham yağ miktarları, sulama suyu tuzlulukları ile azalmış, toplam kül değerleri ise artmıştır. İki yıl ortalaması olarak, sulama suyu tuzluluğu ile 1000 tohum ağırlığı değerlerindeki azalma miktarı %42.2, ham yağ içeriğindeki azalma miktarı %11.8, toplam kül miktarındaki artma miktarı ise %19.8 kadar olmuştur. Benzer şekilde, sulama suyu tuzlulukları ile soya fasülyesi tanesi mineral madde içerikleri, her iki yılda da artma göstermiştir. İki yıl ortalaması olarak artış miktarları, Na^+ için %141.1, K^+ için %62.9, Ca^{++} için %7.4, Mg^{++} için %28.8, Cl^- için %40.2, Fe için %30.9, Zn için %73.9 ve P için %26.7 olmuştur. Protein miktarı ortalama %36.3 olarak saptanmıştır. Ancak gerek sulama suyu tuzlulukları, gerekse de yıkama gerek-

sinimi uygulamaları, protein miktarı üzerinde etkili değildir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanılarak belirlenen öneriler aşağıda verilmiştir.

a-Soya fasülyesi (Glycine max L. Merrill) Ankara koşullarında, sulu şartlarda yazlık olarak yetiştirilebilir. Soya fasülyesinin gereksindiği yıllık toplam sıcaklığın sağlanabilmesi amacıyla ise orta geç yada geç çeşitler seçilmelidir.

b-Sulamalara Ankara koşullarında vegetatif (V) dönemden sonra başlanmalı (R4 dönemi) ve üst yaprakların %50 sinin sarardığı (R9) gelişme döneminde son verilmelidir.

c-Soya fasülyesi için orta bünyeli topraklar çok uygun olmaktadır. Ayrıca yüksek taban suyu yada geçirgenlik sorunu olmamalıdır. Toprak bünyesinin ağırlaşması halinde verimde azalmalar görülebilecektir.

d-Sulama amacıyla kullanılacak suyun toplam tuzluluğu $1.5-2.5 \text{ dS m}^{-1}$ arasında olabilir. Daha az ve daha yüksek tuzluluklarda verimde azalma beklenmelidir. Tuzluluğun daha fazla olması, özellikle tane kalitesini de azaltacaktır.

e-Toprak tuzluluğu açısından, kış yağışlarının fazla tuzların yıkanmasında etkili olmadığı koşullarda, tuzluluğu yüksek sulama sularının kullanılması sorunlara neden olabilecektir.

f-Önceden profilde biriken tuzların alt katlara doğru yıkanabilmesi amacıyla, sulama sularına eklenecek uygulanacak yıkama gereksinimi miktarları istenen sonucu yaratmamaktadır. Özellikle de tuzluluğu yüksek olan suların bu amaçla kullanılması olumsuz etki yapacaktır. Bu nedenle profilden fazla tuzların yıkanması amacıyla kullanılacak su, mutlaka iyi kalitede olmalıdır. Ayrıca yıkama gereksinimi miktarları, sulama mevsimi sonunda kullanılırsa daha başarılı sonuçlar alınabilecektir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1954. 'Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils,' U.S. Dept. of Agric. No.60, USA.
- ANONYMOUS, 1975. 'Guidelines of Quality of Water For Irrigation,' University of California Committee of Consultants, Coop. Extension Mimeo., University of California, Davis, Calif., 1-3.
- ANONYMOUS, 1976. 'Mürted Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu,' D.S.İ. Gn.Md. Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1984. 'Deniz Suyu Sıcaklıkları, Güneşlenme Müddeti ve Güneş Işınları Şiddeti, Açık ve Kapalı Günler Bülteni,' Devlet Meteoroloji İşl. Gn. Md. Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1986. 'Standart Tables of Food Composition,' Joshi Dai Gaku Gakusei Publ., Tokyo.
- ANONYMOUS, 1987. 'Tarım İstatistikleri Özeti,' Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No.1251, Ankara.
- ABEL, G.H. ve MacKENZIE, A.J., 1964. 'Salt tolerance of soybean varieties (Glycine max L. Merr.) during germination and later growth,' Crop Sci. 4:157-161.
- ALLISON, L.E. ve MOODIE, C.D., 1965. 'Carbonate Methods of Soil Analysis,' Methods of Soil Analysis, Part.2, Am. Soc. Agron. No.9, Madison, Wisconsin, USA, s.1389-1392.
- ARTIK, N., 1985. 'Soya fasülyesinden konsantre protein üretimi ve soya ürünlerinin bileşim unsurları,' A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 10(5):293-310.
- AYERS, A.D. ve HAYWARD, H.E., 1984. 'A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants,' Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13:224-226.
- AYERS, R.S., 1977. 'Quality of water for irrigation,' J. Irrig. and Drain. Div., ASCE, 103(IR2):135-154.
- AYYILDIZ, M., 1983. 'Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri,' (İkinci baskı) A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No.879, Ders Kitabı No.244, Ankara.

- BABCOCK, K.L.; CARLSON, R.M.; SCHULZ, R.K. ve OVERSTREET, R., 1968. 'Toprak özelliklerinde sulama suyu terkinin tesiri üzerinde bir araştırma,' (Çev: M. Ayyıldız) A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı 18(1): 150-163.
- BAJWA, M.S.; JOSAN, A.S.; HIRA, G.S. ve SINGH, N.T., 1986. 'Effect of sustained saline irrigation on soil salinity and crop yields,' Irrig. Sci. 7(1):27-35.
- BERNSTEIN, L. ve AYERS, A.D., 1951. 'Salt tolerance of green beans,' Am. Soc. Horticultural Sci. 57: 243-248.
- BERNSTEIN, L. ve PEARSON, G.A., 1956. 'Influence of exchangeable sodium on the yield and chemical composition of plants I. Green beans, garden beets, clover and alfalfa,' Soil Sci. 82(3):247-258.
- BERNSTEIN, L. ve OGATA, G., 1966. 'Effects of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of soybeans and alfalfa,' Agron. J. 58(2):201-203.
- BEYCE, Ö.; MADANOĞLU, K. ve AYLA, Ç., 1972. 'Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İstihlakleri Deneme Neticeleri Cilt I,' Merkez TOPRAKSU Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay.No.15, Teknik Yay.No.12, Ankara.
- BHIVARE, V.N. ve NIMBALKAR, J.D., 1984. 'Salt stress effects on growth and mineral nutrition of french beans,' Plant and Soil 80:91-98.
- BLAKE, G.R., 1965. 'Bulk Density Methods of Soil Analysis,' Methods of Soil Analysis Part 1, Am. Soc. Agron. No.9, Madison, Wisconsin, USA, s.374-390.
- BLANCHET, R.; GELFI, N.; MARTY, R.J. ve PUECH, J., 1980. 'Influence of Different Methods of Supplying Water on Biology and Yield of Soybean,' Informations Techniques CETIOM No.71, s.12-21.
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. 'A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils,' Agron. J. 43:434-438.
- BOWER, C.A. ve WILCOX, L.V., 1965. 'Soluble Salt Methods of Soil Analysis,' Methods of Soil Analysis Part 2, Am. Soc. Agron. No.9, Madison, Wisconsin USA, s.933-940.
- BROOKS, R.H.; GOERTZEN, J.O. ve BOWER, C.A., 1958. 'Prediction of changes in the compositions of the dissolved and exchangeable cations in soils upon

- irrigation with high-sodium waters,' Soil Sci. Soc. Am. Proc. 22(2):122-124.
- CASSEL, D.K.; BAUER, A. ve WHITED, D.A., 1978.'Management of irrigated soybeans on a moderately coarse-textured soil in the upper midwest,' Agron. J. 70(1):100-104.
- CHANG, C.W., 1961.'Effects of saline irrigation water and exchangeable sodium on soil properties and growth of alfalfa,' Soil Sci. 91(1):29-37.
- CHAWLA, K.L.; KHOSLA, B.K. ve SHARMA, D.R., 1983.'Hydraulic properties of a sandy loam soil as influenced by salinization and desalinization,' Irrig. Sci. 4(4):247-254.
- CHRISTIANSEN, J.E.; OLSEN, E.C. ve WILLARDSON, L.S., 1977.'Irrigation water quality evaluation,' J. Irrig. and Drain. Div. ASCE 103(IR2):155-169.
- CORDONNIER, M.J. ve JOHNSTON, T.J., 1983.'Effects of wastewater irrigation and plant and row spacing on soybean yield and development,' Agron. J. 75(6):908-913.
- ÇELİK, S. ve AKAR, F., 1985.'Tokat Kazovada Yetiştirilebilecek Yüksek Verimli Soya Çeşitleri,' Köy Hizmetleri Tokat Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay. No.75, Rapor No.45, Tokat.
- DENİZ, N., 1984.'Ankara'da Sulu Koşullarda Yetiştirilebilecek Soya Çeşitlerinin Saptanması (Yıllık Sonuç Raporu),' 1982-83 Yılı Araştırma Raporu, Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay. No.124, Rapor yay.No.57, Ankara.
- DENİZ, N., 1988.'Ankara Yöresinde Sulu Koşullarda Yetiştirilen Soya Çeşitleri,' Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Yayınları, Genel Yay. No.148, Rapor No. 72, Ankara.
- DENİZ, N.; DOĞAN, Ö. ve BIÇER, Y., 1980.'Çukurova'da Buğdaydan sonra İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Soya Fasülyesi Çeşitleri,' Tarsus Bölge TOPRAKSU Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay.No. 96, Rapor yay.No.46, Tarsus.
- DİZDAR, M.Y., 1981.'Toprak Etüdü Raporu,' TOPRAKSU Gn.Md. Yayınları, Ankara.
- DONEEN, L.D., 1959.'Evaluating the Quality of Irrigation Waters in Ventura County,' State Dept. Water Resources Bull.75, Vol.II, Fl-F33.

- DOORENBOS, J. ve PRUITT, W.O., 1977. 'Guidelines For Predicting Crop Water Requirements,' FAO Irrig. and Drain. Paper No.24, Rome.
- DOSS, B.D. ve THURLOW, D.L., 1974. 'Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties,' Agron. J. 66(5):620-623.
- EGLI, D.B.; MECKEL, L.; PHILLIPS, R.E.; RADCLIFFE, D. ve LEGGETT, J.E., 1983. 'Moisture stress and N distribution in soybean,' Agron. J. 75(6):1027-1031.
- FRENKEL, H.; HADAS, A. ve JURY, W.A., 1978. 'The effect of salt precipitation and high sodium concentrations on soil hydraulic conductivity and water retention,' Water Resour. Res. 14(2):217-222.
- GÖKÇORA, H., 1973. 'Tarla Bitkileri Islahı ve Tohumluk,' A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No.490, Ders Kitabı No.164, Ankara.
- GRATTAN, S.R. ve MAAS, E.V., 1984. 'Interactive effects of salinity on sustrate phosphate on soybean,' Agron. J. 76(4):668-676.
- GUPTA, V.K. ve GUPTA, S.P., 1984. 'Effect of zinc sources and levels on the growth and Zn nutrition of soybean (Glycine max L.) in the presence of chloride and sulphate salinity,' Plant and Soil 81:299-304
- GÜNGÖR, Y. ve YILDIRIM, O., 1987. 'Tarla Sulama Sistemleri,' A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No.1022, Ofset Basım No.31, Ankara.
- HANWAY, J.J. ve THOMPSON, H.E., 1971. 'How a Soybean Plant develops,' Special Report 53, Iowa State University of Sci. and Technology Coop. Exten. Service Ames, Iowa.
- HEATHERLY, L.G., 1983. 'Response of soybean cultivars to irrigation of a clay soil,' Agron. J. 75(6):859-864.
- HELALOĞLU, C., 1987. 'Harran Ovasında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Soya Çeşitleri,' Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay.No.27, Rapor yay.No.18, Şanlıurfa.
- HOORN, J.W.van ve ALPHEN, J.G.van, 1988. 'Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirement of Irrigated Soils,' I.C.A.M.A.S. Mediterranean Agronomic Enstitute, Bari, Italy.
- İLİSULU, K., 1973. 'Yağ Bitkileri ve Islahı,' Çağlayan Kıtapevi, Ankara.

- JOAQUIN, P.; DANTUR, N.C.; CASANOVA, M.R. ve BUSTOS, V. N., 1982.'Performance of soybean cv Bragg under conditions of soil salinity in the field,' *Revista Industrial y Agrícola de Tucuman* 31(2):147-149.
- KACAR, B., 1972.'Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri Cilt II. Bitki Analizleri,' A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No.453, Uygulama Kılavuzu No. 155, Ankara.
- KADHEM, F.A.; SPECHT, J.E. ve WILLIAMS, J.H., 1985.'Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R6 I.Agronomic responce,' *Agron. J.* 77(2): 291-298.
- KANBER, R., 1984.'Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi buharlaşmasından (Class A Pan) Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yeriştigiğinin Sulanması,' Tarsus Bölge TOPRAKSU Araşt. Enst. Md. Yayınları Genel yay.No.114, Rapor yay.No.64, Tarsus.
- KANBER, R. ve GÜNGÖR, H., 1986.'Açık Su Yüzeyi (Class A Pan) Buharlaşmasının Sulama Programlarının Oluşturulmasında Kullanılması,' Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, 5 nolu Ek Talimat, Eskişehir.
- KARIMI-ABADCHI, M.M., 1980.'Soil moisture stress effects on reproductive on vegetative components of soybeans,' *Dissertation Abstracts International B.* 40(11):50-98.
- KHRUSLOVA, T.N.; CHABAS, V.A. ve DZHANMURZAEV, A.S., 1982.'Effect of irrigation with sewage water from sugar factories on salt regime of chernozem soils and yield of fodder crops,' *Agrokhimiya* No.2: 88-93.
- KORUKÇU, A. ve YILDIRIM, O., 1981.'Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi,' TOPRAKSU Gn. Md. Yayınları, Ankara.
- KRUGER, E. ve BIELIG, H.J., 1976.'Betriebs und Qualitates Kontrolle in Brauerei und Alkohol Freier Getraerkeindustrie,' Verlag Poul Parey, Berlin.
- LEGERWERFF, J.V. ve HOLLAND, J.P., 1960.'Growth and mineral content of carrots and beans as related to varying osmotic and ionic-composition effects in saline-sodic sand cultures,' *Agron. J.* 52: 603-608.
- LENCREROT, P.; PUENC, J. ve DECAU, J., 1974.'Role of some environmental factors in the quantitative and qualitative yield of soybean II.Effect of ecolo-

- gical conditions (climate, nitrogen nutrition, and water supply) on the qualitative seed yield,' *Annales Agronomiques* 25(6):837-858.
- LUTZ, J.A.Jr. ve JONES, G.D., 1975.'Effect of irrigation lime and fertility treatments on the yield and chemical composition of soybeans,' *Agron. J.* 67(4):523-526.
- MAAS, E.V. ve HOFFMAN, G.J., 1977.'Crop salt tolerance-current assessment,' *J.Irrig. and Drain. Div. ASCE* 103(IR2):115-134.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J.; CHABA, G.D.; POSS, J.A. ve SHANNON, M.C., 1983.'Salt sensitivity of corn at various growth stages,' *Irrig. Sci.* 4(1):45-58.
- MAAS, E.V.; OGATA, G. ve GARBER, M.J., 1972.'Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants,' *Agron. J.* 64(6):793-795.
- MAFTOUN, M. ve SHEIBANY, B., 1979.'Effect of flourine content of irrigation water on the growth of four plant species in relation to soil salinity,' *Tropical Agriculture* 56(3):213-218.
- MAKKI, Y.M.; AL-TAHIR, O.A. ve ASIF, M.I., 1987.'Effect of drainage water on seed germination and early seedling growth of five field crop species,' *Biological Wastes* 21(2):133-137.
- MARKLEY, S.K., 1950.'Soybeans and Soybean Products,' Vol. I, Interscience Publ., New York.
- MAYAKI, W.C.; TEARE, I.O. ve STONE, L.R., 1976.'Crop and root growth of irrigated and non irrigated soybeans,' *Crop Sci.* 16:92-94.
- MEIRI, A. ve PLAUT, Z., 1985.'Crop production and management under saline conditions,' *Plant and Soil* 89:253-271.
- MITCHELL, R.L. ve RUSSELL, W.J., 1971.'Root development and rooting patens of soybean (*Glycine max* L. Merrill) evaluated under field conditions,' *Agron. J.* 63:313-316.
- MIYAMOTO, S.; RILEY, T.; GOBRAN, G. ve PETTICREW, J., 1986.'Effects of saline water irrigation on soil salinity, pecan tree growth and nut production,' *Irrig. Sci.* 7(2):83-95.
- OCAKTAN, A., 1985.'Bafra ve Çarşamba Ovalarında Soyanın Fosforlu Gübre İsteği ve Olsen Fosfor Analiz Me-

todunun Kalibrasyonu,' Samsun Köy Hizmetleri Araşt. Enst. Md. Yayınları Genel yay.No.36, Rapor yay.No.31, Samsun.

- OLSEN, S.R.; COLE, C.V.; WATANABLE, F.S. ve DEAN, L.A., 1954.'Estimation of Available Phosphorus in Soil by extraction with Sodium Bicarbonate,' U.S. Dept. of Agric. Circular 939, Washington D.C.
- OSTER, J.D. ve SCHROER, F.W., 1979.'Infiltration as influenced by irrigation water quality,' Soil Sci. Soc. Am. J. 43(3):444-447.
- ÖZDEMİR, O., 1983.'Bafra ve Çarşamba Ovalarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Soya Çeşitleri,' Samsun Bölge TOPRAKSU Araşt. Enst. Md. Yayınları Genel yay.No.33, Rapor yay.No.28, Samsun.
- PALIWAL, K.V. ve GANDHI, A.P., 1976.'Effect of salinity, SAR, Ca:Mg ratio in irrigation water and soil texture on predictability of exchangeable sodium percentage,' Soil Sci. 122:85-90.
- PAPADOPOULOS, I., 1987.'Effects of residual soil salinity resulting from irrigation with sulphate waters on lettuce,' Plant and Soil 97:171-177.
- PETERSON, R.G. ve CALVIN, L.D., 1965.'Sampling,' Methods of Soil Analysis Part 1, Am. Soc. Agron. No.9, Madison, Wisconsin, USA, s.54-71.
- POONIA, S.R. ve PAL, R., 1979.'The effect of organic manuring and water quality on water transmission parameters and sodication of a sandy loam soil,' Agric. Water Manage. 2:163-175.
- PUECH, J.; LENCREROT, P. ve HERNANDEZ, M., 1974.' Role of some environmental factors in the quantitative and qualitative yield of soybean,' Annales Agronomiques 25(5):659-679.
- PUPIISKY, H. ve SHAINBERG, I., 1979.'Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil,' Soil Sci. Soc. Am. J. 43(3):429-433.
- REGNEL, C.J., 1976.'İşlenmiş Sebze ve Meyvelerin Kalite Kontrolü İle İlgili Analitik Metotlar,' Bursa Gıda Kontrol Eğitimi ve Araşt.Enst.Yay.2, Bursa.
- REICOSKY, D.C. ve DEATON, D.E., 1979.'Soybean water extraction, leaf water potential and evapotranspiration during drought,' Agron. J. 71(1):45-50.
- RIJTEMA, P.E., 1981.'Quality Standarts For Irrigation Water,' ICW Technical Bull. No.4, Wageningen, Netherlands.

- SAENKO, N.P., 1983. 'Effect of irrigation regime and fertilizers on soybean yield,' *Khimiya v sel'skom Khozyaistve* 21(3):22-24.
- SELENAY, M.F., 1986. 'Damla Sulama Yöntemi ile Domates Bitkisinin Uygun Sulama Aralığı ve Uygulanacak Su Miktarının Saptanması,' Doktora, A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Böl., Ankara (Basılmamış).
- SHABASSY, A.I.; MITKEES, A.I.; ABOU HUSSEIN, M.A; MAKLAD, F. ve MOWELHI, N.M., 1972. 'Effect of saline irrigation water on growth and phosphorus uptake by soybean plants,' *Agric. Research Rev.* 50(2): 1-9.
- SLAMA, F. ve BOUAZIZ, E., 1978. 'Sodium uptake and internal distribution in soybean under saline conditions, effect on yield,' *Agronomic Tropicale* 33(3):227-230.
- SMITH, A.K., 1980. 'Soybeans: Chemistry and Technology,' Vol.I, Proteins, Av. Publ. Comp. Inc., USA.
- SOIFER, S.Ya., 1986. 'Irrigation water quality requirements,' *Water International* 12(1):15-18.
- SÖNMEZ, N. ve BALABAN, A., 1968. 'Kültürteknik Cilt 2, Sulama ve Drenaj,' A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No.317, Ders Kitabı No.112, Ankara.
- TAYLOR, S.A.; EVANS, D.D. ve KEMPER, W.D., 1961. 'Evaluating Soil Water,' *Utah Exp. Station Bull.* No.426 Michigan, USA.
- THOMPSON, J.A., 1978. 'Effect of irrigation and plant population on growth, yield and water use of soybeans in semi-arid environment,' *Australian J. Exp. Agric. and Animal Husbandary* 18(91):276-281.
- ÜLGEN, N. ve YURTSEVER, N., 1984. 'Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi,' TOPRAKSU Gn. Md. Araşt. Dai. Bşk. Yayınları No.47, Rehber No.8, Ankara.
- WADLEIGH, C.H. ve BOWER, C.A., 1950. 'The influence of calcium ion activity in water cultures on the intake of cations by bean plants,' *Plant physiology* 25(1):1-12.
- WADLEIGH, C.H.; GAUCH, H.G. ve STRONG, D.G., 1947. 'Root penetration and moisture extraction in saline soil by crop plants,' *Soil Sci.* 63(5):341-349.

- WADLEIGH, C.H. ve FIREMAN, M., 1948. 'Salt distribution under furrow and basin irrigated cotton and its effect on water removal,' Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13:527-530.
- WALKER, P.N.; THORNE, M.D.; BENHAM, E.C. ve SIPP, S.K., 1982. 'Yield response of corn and soybeans to irrigation and drainage on a claypan soil,' Transactions A.S.A.E.
- WEIL, R.R. ve KHALIL, N.A., 1986. 'Salinity tolerance of winged bean as compared to that of soybean,' Agron. J. 78:67-70.
- WIENEKE, J., 1983. 'Application of root zone feeding for evaluation of ion uptake and efflux in soybean genotypes,' Plant and Soil 72:239-243.
- WILLIAMS, C.; PHILLIPS, S.A. ve BARTLESON, J.L., 1974. 'Soybean irrigation on the Macon Ridge,' Louisiana Agric. 17(4):14-15.
- YASONIDI, O.E.; GOSTICHEV, D.P. ve MYAKOTIN, G.N., 1980. 'Use of Sewage Waters For Irrigation in the Rostov Region,' Doklady Vsesoyuznoi Ozdena Lenina Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk Imeni V.I. Lenina (No.12):31-33.
- YILDIRIM, O. ve MADANOĞLU, K., 1985. 'A Sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması,' Köy Hizmetleri Araşt. Ana Projesi No.433, 5.1.3 No'lu Ek Talimat, Ankara.
- YURTSEVER, N., 1982. 'Tarla Deneme Tekniği,' Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yayınları, Genel yay.No.91, Rapor yay. No.47, Eskişehir.
- YURTSEVER, N., 1984. 'Deneyisel İstatistik Metotlar,' Köy Hizmetleri Gn. Md. Yayınları, Genel yay. No.121, Teknik Yay. No.56, Ankara.
- ZARTMAN, R.E. ve GICHURU, M., 1984. 'Saline irrigation water: Effects on soil chemical and physical properties,' Soil Sci. 138(6):417-422.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi