

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SULAMA SUYU TUZLULUĞU VE YIKAMA GEREKSİNİMİ ORANLARININ
YONCADA ÇİMLENME VE GELİŞMEYE ETKİSİ

Tuğba BULUT

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2011

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Tuğba BULUT tarafından hazırlanan “Sulama suyu tuzluluğu ve yıkama gereksinimi oranlarının yoncada çimlenme ve gelişmeye etkisi” adlı tez çalışması 11/01/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

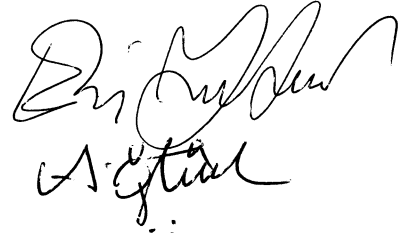
Danışman : Prof. Dr. Engin YURTSEVEN

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Engin YURTSEVEN



Üye : Prof. Dr. Engin YURTSEVEN



Üye : Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK



Üye : Doç. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAOL

Enstitü Müdürü

ÖZET

SULAMA SUYU TUZLULUĞU VE YIKAMA GEREKSİNİMİ ORANLARININ YONCADA ÇİMLENME VE GELİŞMEYE ETKİSİ

Tuğba BULUT

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Engin YURTSEVEN

Bu çalışma, farklı tuzluluktaki sulama sularının değişik yıkama gereksinimleri ile uygulanması durumunda yoncada çimlenmeye ve ilk gelişmeye olan etkilerini incelemek amacıyla Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampusu içerisinde açıkta altı ay süreyle yürütülmüştür. Araştırma, 3 farklı sulama suyu tuzluluğu (0.25 dS/m, 1.5 dS/m ve 3.0 dS/m) ile 4 yıkama gereksinimi (%10, %20, %35 ve %50) konuları için 3 tekrarlamalı olarak tesadüf bloklar deneme desenine göre düzenlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı (verim) ve kuru ağırlığı (biokütle) değerleri elde edilerek değerlendirme yapılmış ve bitki verimi üzerine hem sulama suyu tuzluluğu hem de yıkama gereksinimi değerlerinin etkili olduğu, biokütle değerleri üzerinde ise sadece yıkamanın önemli etkide bulunduğu incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre en fazla verim tuzluluk konuları içerisinde 1.5 dS/m tuzluluk düzeyinde, yıkama konuları içerisinde ise %50 yıkama gereksiniminin uygulandığı konuda elde edilmiştir.

Ocak 2011, 66 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sulama, sulama suyu kalitesi, yıkama gereksinimi, yonca

ABSTRACT

THE EFFECTS OF IRRIGATION WATER QUALITY AND LEACHING REQUIREMENTS ON GERMINATION AND VEGETATIF GROWTH OF ALFALFA

Tuğba BULUT

Ankara University

Graduate School Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Engin YURTSEVEN

This study was conducted to determine the impacts of different irrigation water salinity and leaching rates over germination and initial growth of clover. Experiments were carried out at the research fields of Ankara University Agricultural Faculty for six months. The three different irrigation water salinity levels (0.25 dS/m, 1.5 dS/m and 3.0 dS/m) and the four leaching rates (%10, %20, %35 and %50) were used in randomized block design with three replications. Plant fresh weight (yield) and dry weights (biomass) were measured to evaluate the impacts of irrigation water salinity and leaching rates. It was observed that both irrigation water salinity and leaching rates had significant impacts on yield and leaching rates had significant impacts over biomass. The highest yield was obtained from the treatment with 1.5 dS/m salinity level and 50% leaching rate.

January 2011, 66 pages

Key Words: Irrigation, irrigation water quality, leaching requirement, alfalfa

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamın hazırlanmasında yardım ve desteğini esirgemeyen Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyesi çok değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Engin YURTSEVEN, Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Dr. Duygu SEMİZ ve Dr. İsmail TAŞ ayrıca araştırmanın özellikle laboratuvar analizlerinin yapılması ve değerlendirilmesi aşamasında yardımını esirgemeyen Toprak Bölümü öğretim üyesi değerli hocam Doç. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tuğba BULUT

Ankara, Ocak 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1 Materyal	14
3.1.1 Deneme yeri	14
3.1.2 Toprak özellikleri	14
3.1.3 Deneme yeri iklim özellikleri	15
3.1.4 Araştırmada kullanılan bitki çeşidi	18
3.1.5 Sulama suyu özellikleri	18
3.1.6 Kullanılan diğer materyaller	20
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler	20
3.2.1.1 Deneme metodu	20
3.2.1.2 Uygulanan tarım tekniği	21
3.2.2 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	22
3.2.2.1 Toprak verimlilik analizleri	22
3.2.2.2 Toprak fiziksel analizleri	23
3.2.2.3 Bitki analizleri	23
3.2.2.4 Sulama suyu analizleri	23

4. BULGULAR ve TARTIŞILMASI.....	26
4.1 Toprağa İlişkin Bulgular	26
4.2 Drenaj Suyuna İlişkin Bulgular.....	31
4.3 Bitki Kalite Analizlerine İlişkin Bulgular	42
5. SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	54

KISALTMALAR ve SİMGELER

dS/m	Desisimens-metre
Cl	Klor
Na	Sodyum
K	Potasyum
HCO ₃	Bikarbonat
CO ₃	Karbonat
SO ₄	Sülfat
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
NaCl	Sodyum klorür
CaCl	Kalsiyum klorür
LR	Yıkama gereksinimi
EC _w	Sulama suyu tuzluluk değeri
EC _e	Toprak saturasyon tuzluluk değeri
SCL	Kumlu-tınlı-kil
EC	Elektriksel iletkenlik
me/l	Miliekivalan-litre
°C	Santigrat derece
SAR	Sodyum adsorbsiyon oranı
EC	Elektriksel iletkenlik
Y _r	Oransal verim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Deneme parseli.....	20
Şekil 3.2 Deneme düzeni.....	21
Şekil 4.1 Deneme toprağı konularında Cl değişimleri.....	29
Şekil 4.2 Deneme toprağı konularında Na değişimleri.....	29
Şekil 4.3 Deneme toprağı konularında Ca değişimleri.....	30
Şekil 4.4 Deneme toprağı konularında Mg değişimleri.....	30
Şekil 4.5 Birinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi	33
Şekil 4.6 İkinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi	33
Şekil 4.7 Üçüncü sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi	33
Şekil 4.8 Dördüncü sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi.....	33
Şekil 4.9 Beşinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi.....	34
Şekil 4.10 Altıncı sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi	34
Şekil 4.11 Yedinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi.....	34
Şekil 4.12 Sekizinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi.....	34
Şekil 4.13 Drenaj suyu tuzluluk konuları için ortalama EC değerleri değişimi.....	35
Şekil 4.14 Drenaj suyu yıkama konuları için ortalama EC değerleri değişimi	35
Şekil 4.15 Tuzluluk konuları için ortalama yaş ve kuru ağırlık değeri değişimi	43
Şekil 4.16 Yıkama konuları için ortalama yaş ve kuru ağırlık değeri değişimi	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme toprağının fiziksel analiz bulguları.....	15
Çizelge 3.2 Deneme toprağının kimyasal analiz bulguları	15
Çizelge 3.3 Ankara için uzun yıllar ortalama iklim verileri.....	17
Çizelge 3.4 Denemede kullanılan suların kimyasal özellikleri	19
Çizelge3.5 İçerdiği Cl miktarı açısından sulama sularının sınıflandırılması	25
Çizelge 4.1 Başlangıç toprağı kimyasal özelliğı	27
Çizelge 4.2 Deneme sonrası konu topraklarının kimyasal özellikleri	28
Çizelge 4.3 Sulamalar sonrası drenaj suyu EC ortalama değeri.....	31
Çizelge 4.4 Üçüncü sulama sonrası drenaj sularının konu ortalamalarının kimyasal özelligi.....	37
Çizelge 4.5 Altıncı sulama sonrası drenaj sularının konu ortalamalarının kimyasal özelligi.....	38
Çizelge 4.6 Sekizinci sulama sonrası drenaj suyularının konu ortalamalarının kimyasal özelligi.....	39
Çizelge 4.7 Üçüncü sulama sonrası drenaj suyuna ilişkin varyans analiz sonucu	40
Çizelge 4.8 Altıncı sulama sonrası drenaj suyuna ilişkin varyans analiz sonucu	41
Çizelge 4.9 Sekizinci sulama sonrası drenaj suyuna ilişkin varyans analiz sonucu	41
Çizelge 4.10 Yoncada ortalama yaş ve kuru ağırlık değeri	42
Çizelge 4.11 Yoncada ortalama yaş ağırlığa bağlı varyans analiz sonucu	44
Çizelge 4.12 Yoncada ortalama yaş ağırlık tuzluluk konularında Duncan testi	44
Çizelge 4.13 Yoncada ortalama yaş ağırlık yıkama konularında Duncan testi.....	45
Çizelge 4.14 Yoncada ortalama kuru ağırlığa bağlı varyans analiz sonucu	45
Çizelge 4.15 Yoncada ortalama kuru ağırlık yıkama konularında Duncan testi.....	46

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde yeterli miktar ve kalitede sulama suyunun doğadan temini gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, sulu tarım için doğal kaynakların azalması veya kirlenmesi, düşük kaliteli sulama suyu ile tarım yapmak zorunda kalınması, genellikle üretimin yapıldığı bölgelerdeki toprakların tuzlanmasına ve üretim dışı kalmasına neden olmaktadır.

Tarımsal yönden suların uygunluğunun yani kalitelerinin değerlendirilmesinde toprak, bitki ve iklim koşullarının karşılıklı etkilenmeleri yanında sulama ve drenaj koşulları ile çiftçinin bu konudaki bilgi ve becerisi de önem taşımaktadır. Bitki kök bölgesine sularla gelen tuzlar, gerek kökler yardımıyla bitki bünyesine alınarak, gerekse toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak azalır. Ancak bu azalma sırasında tuzların çok küçük bir bölümü topraktan uzaklaşır. Eğer yıkama sağlanmıyorsa, zaman boyutunda tuzlar bitki kök bölgesi derinliğince birikecektir. Özellikle ülkemiz gibi büyük bir bölümü kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde sulama suları ile gelen tuzlar, kış yağışları ile toprak da alt katmanlara doğru yıkanmıyorsa, toprak zamanla tuzlu ve sodyumlu durumuna gelerek çoraklaşacak ve bitkisel üretimin yapılamadığı verimsiz bir biçime dönüşecektir.

Tarım alanlarında sulama amacıyla yerüstü veya yeraltı kaynaklarından sağlanan sular, mutlaka bünyelerinde belirli miktarlarda erimiş katı (tuz) madde içerirler. Bu sular sulamada kullanıldıklarında bünyelerindeki tuzu toprağa, özellikle bitki kök bölgesinde biriktirirler. Kış yağışlarının yetersiz olduğu veya sulama suyu gereği yıkama suyu eklemesi yapılmadığı durumlarda, zamanla toprak profilinde biriken tuzlar, eriyen maddelerin konsantrasyonlarına ve çeşitlerine bağlı olarak, hem bitkileri etkileyerek doğrudan, hem de toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozarak dolaylı yoldan zarar verirler. Bozulan toprak koşullarında bitki gelişimi geriler ve sulama suyunun toprakta oluşturacağı tuzlanma arttıkça tuza dayanıklı bitki seçimi, dolayısıyla bitki deseninde sürekli değişim gereksinimi duyulur. Ancak sulama ve toprak yönünden gerekli önlemlerin alındığı ve drenaj olanaklarının sağlandığı koşullarda iyi nitelikli olmayan

sular toprağa ve bitkiye zarar vermeden kullanılabilir. Su kaynaklarından alınarak, laboratuvarlarda analizi yapılan su örneklerinde, içerdği önemli tuzlar ve bunların miktarları saptanır. Bu analizlerden elde edilen değerler yardımıyla sular, sulamaya uygunluk bakımından değerlendirilir.

Bu çalışma, yoncada farklı tuzluluktaki sulama sularının değişik yıkama gereksinimleri ile uygulanması durumunda yonca da çimlenmeye ve ilk gelişmeye olan etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu şekilde değişik tuzluluktaki sulama sularının çimlenmeye ve ilk gelişme döneminde bitkiye olan etkilerinin farklı yıkama gereksinimleri ile uygulanması halinde nasıl bir değişim göstereceği belirlenmeye çalışılmış ve böylece düşük kaliteli tuzlu suların sulamada kullanım olanaklarını artırılmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sulanan tarım alanlarına, sulama suları ve daha yüksek rakımlı alanlardan sızan taban suyu nedeniyle oldukça büyük miktarda tuz gelmektedir. Sulu tarım alanlarında tuzluluğun kaynağı çok iyi nitelikte olsalar bile, sulamada kullanılan sulardır.

Ayyıldız (1976), toprak yüzeyinde akan suların, daha az yüzeyle karşılaştıklarında tuz konsantrasyonlarının daha düşük olduğu, yaz ve sonbahar aylarında sulanan bölgeler boyunca ilerleyen akarsuların tuz konsantrasyonlarının da akış yönünde fazlalaştığını belirtmiştir.

Kanber vd. (1992), sulama sularındaki tuzluluk, **a)** Drenaj havzası içerisindeki tuzlu toprak ve kayaçların varlığı, **b)** Irmak veya sulama kanallarının geçtiği yerlerde tuzlu toprak ve kayaçların bulunması, **c)** Mansap tarafındaki arazilerde sulama suyu olarak kullanılacak tuzlu sular veya kuyruk suları olan kaynaklardan bir veya birkaçının katkısıyla ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bunlar arasında sulama sularındaki en önemli tuz kaynağının, sızıntı ve kuyruk suyu olduğu, bu nedenle akarsularda kaynaktan mansaba doğru gidildikçe tuzlulukta artma eğiliminin olduğunu belirtmişlerdir.

Tuzlu sulama suyunun uygunluğu yetiştirilen bitkilere, toprak özelliklerine, tarımsal uygulamalara, iklim faktörleri gibi kullanıldığı özel koşullara göre değerlendirilmelidir. Böylesi suların sulama için uygun olup olmadıklarına karar vermede kullanılacak en son değerlendirme metodu **1)** toprak suyunun zaman ve mekân boyutunda sulama ve yetiştirilen bitkiye göre matrik potansiyeli ve bileşiminin kestirimine; **2)** süregelen iklim koşullarında bu tür bilgileri toprak koşulları nasıl etkileniyor ve bitkiler bu koşullara nasıl tepki gösteriyor gibi kriterlere göre yorumlama esasına göre olmalıdır (Rhoades 1972).

Kültür bitkilerinin tuza göreceli dayanma dereceleri birbirinden farklıdır. Sulamada kullanılacak suyun hangi bitkilerin sulanması için uygun olacağı buna göre

kararlaştırılır. USSSL Grafik Sistemi'ne göre pamuk tuza dayanıklı, buğday ise tuza orta dayanıklı gruba girmektedir (Maas 1984).

Tuzlu sular, sulama için potansiyel bir kaynaktır. Bitki yetiştirme ve ıslahı, toprak ve su yönetimi, sulama ve drenaj çalışmalarındaki son gelişmeler, toprak üzerinde en az yan etki ile bu suların sulamada kullanımını olanaklı hale getirmiş ve arttırmıştır (Hamdy 1996).

Uygun sulama yöntemiyle tuzlu sulama suyu ve tuzlu toprak koşullarında bitkilerden yüksek verim alınabilir. Tüm dünyada bu konuda başarılı sonuçların sayısız örnekleri verilebilir (Hoffman vd. 1990; Rhoades vd. 1992).

Tuzlu suların sulamada kullanılması řu nedenlerden dolayı cazip olabilir: a) Su eksikliği giderilebilir; b) Tabansuyu kalitesinin en düşük düzeyde kötüleşmesi durumunda tüm yıl boyunca büyük miktarda tuzlu su kullanılabilir (Oron 1993); ve c) Ekonomik yararlar sağlayabilir (Mizrahi vd. 1985).

Hamdy (1988), tuzlu sulama suyu uygulanması durumunda tuza dayanıklılığı farklı olan bitkilerden 10' unun çimlenme oranlarını test etmiştir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre, araştırmacı mısır bitkisini buğday ve arpadan sonra tuza dayanımda 3. sıraya koymuştur. Araştırmacı ayrıca 4 dS/m'ye kadar olan tuzlu suların çimlenmede bir azalma olmadan dayanıklı ve yarı dayanıklı bitkilerin sulanmasında güvenle kullanılabileceğini belirtmiştir. Deneysel olarak arpa, buğday ve mısırın artan tuzlulukta en az çimlenme düşüşü gösteren bitkiler olduğu görülmüş; hatta 16 dS/m olan en yüksek tuzlulukta bile tohumların yarısından fazlasının çimlendiği belirlenmiştir.

Bitkilerin tuza dayanımını etkileyebilecek etmenlerden biri sulamalar arasındaki süredir. Bir sulamadan sonra toprak suyu bitkilerce t keticdik e toprak sürekli olarak kurur. Bu nedenle tuzlu sular sulamada kullanıldıklarında, sulama aralığının kısaltılması önerilmektedir (Shalhevet vd. 1983).

Bitkilerin tuza dayanımını etkileyen etmenlerden biri de iklimsel değişimlerdir. Sıcaklık, nem ve yağış tuzluluk üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle bir bölge için belirlenen tuz direnci diğer bir bölge için geçerli olmayabilir (Shalhevet vd. 1976). Yüksek sıcaklık terlemeyi artırdığından bitkinin tuza dayanımını düşürmektedir (Somani 1991).

Tuzluluk toleransı ile bitki çeşidi arasında ilişki kurmak için seçilen parametreler, bitki büyümesi ve verimdir. Büyümenin azalması temelde kök bölgesindeki toprak eriğinin osmotik basıncına bağlıdır. Topraktaki tuz dağılımı genellikle yer ve zamana bağlı olarak değişiklik gösterir. Kök bölgesinin üst kısmında su alımı daha fazla olduğu için bitki, kök bölgesinin üst kısmındaki tuzluluktan, kök bölgesinin kısmındaki tuzluluğa göre daha çok etkilenir (FAO 1989).

Bitkilerin tuza dayanımı toprak verimliliği ile de değişebilir. Verimli topraklarda yetişen mısır bitkisi verimsiz topraklara oranla tuza çok daha fazla dayanıklıdır (Somani 1991).

Maas (1984), çimlenmeyi %50 azaltan maksimum tuz düzeyini pamuk bitkisi için 15.5 dS/m, buğday için ise 14-16 dS/m olarak belirlemiştir.

Kanber vd. (1992) tarafından belirtildiğine göre, genellikle üst toprak (tohum yatağı) tuzluluğu 4 dS/m'den büyükse çimlenme ve erken ekimde gelişme durur veya geriler. Yavaş çimlenme daha sonra toprağın kabuk bağlamasını ve bitki gelişimini azaltarak hastalıkların oluşumunu teşvik eder ve çıkışı geciktirir. Yağış veya ekim öncesi sulama, tuzluluğun düşmesine ve kabuk bağlamanın gecikmesine yardım ederek iyi bir çıkış sağlayabilir.

Bernstein (1958, 1959 ve 1964) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre bitkilerin tuz direnci büyüme mevsiminin sonuna doğru artmaktadır. Ancak, birkaç bitki bu kuralın dışına çıkmaktadır. Örneğin, çeltik; çiçeklenme ve köklenme dönemlerinde tuzluluğa karşı çok duyarlı olduğu halde, çimlenme ve tohum bağlama dönemlerinde

çok dirençlidir. Benzer durum arpada da görülür. Genellikle, tüm bitkiler ekim ve ilk gelişme dönemlerinde tuza karşı çok duyarlıdır.

Çizikçi (1997) tarafından yapılan araştırma sonucuna göre ıspanak tohumlarına uygulanan sulama suyunun tuzluluk ve SAR değeri artıkça, çimlenme miktarında azalma, verimde ise düşüş gözlemlenmiştir.

Maas vd. (1977) tarafından tuz konsantrasyonundaki artma ile verim azalması arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılarak aşağıdaki gibi bir eşitlik geliştirilmiştir.

$$Y_r = 100 - b (EC_e - a) \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

Y_r : Oransal verim (%)

EC_e : Çamur süzüğü tuz konsantrasyonu (dS/m)

a : Tuzluluk eşik değeri

b : Birim tuzluluk artışına karşılık verim kaybını, göstermektedir.

Pamuk tuza dayanıklı bitki olarak sınıflandırılmış ve bu bitkinin veriminde azalmanın başladığı tuzluluk değeri saturasyon ekstraktında $EC_e = 7.7$ dS/m olarak belirtilmiştir. Tuzluluk değeri $EC_e = 17$ dS/m olduğunda verimde %50'lik bir azalma olacağı vurgulanmıştır (Ayers vd. 1985). Birim tuzluluk artışına karşılık verim kaybı ise %5 olarak hesaplanmıştır.

Buğdayda verim azalmasının başladığı tuzluluk değeri saturasyon ekstraktında $EC_e = 6.0$ dS/m olarak belirtilmiştir. $EC_e = 13$ dS/m tuzluluk değerinde verimde %50'lik bir azalma olacağı vurgulanmıştır (Ayers vd. 1985). Birim tuzluluk artışına karşılık verim kaybı ise % 7.14 olarak bulunmuştur.

Sulama sularında kaliteyi azaltan etkenlerden birisi de (Cl⁻) iyonudur (Christiansen vd. 1977, Ayyıldız 1983). Fazla miktardaki Cl⁻, bitki kökleri tarafından absorbe edilerek yapraklarda biriktirilir. Bunun sonucunda bitki yapraklarında yanma ve dolayısıyla zararlanmalar görülebilir. Doneen (1959), Anonmous (1975), Christiansen (1977) ve Soifer (1986) sulama sularındaki Cl⁻ miktarının suların kalitelerini etkileyebileceğini belirtmişler ve Cl⁻ iyonu kriterini sulama suyu sınıflandırma kriteri olarak önermişlerdir.

Toprak çözeltisi tuzluluk seviyesi, kullanılan sulama suyunun tuz içeriği, bileşimi ve uygulanan yıkama oranıyla ilişkili olarak değişmektedir. Bu nedenlerden dolayı, öncelikle sulama sularının kalitelerinin bilinmesi gerekmektedir. Aynı zamanda yıkama oranı iyi tespit edilemez ve yıkama oranı düşük tutulursa, bitki kök bölgesinden uzaklaştırabilecek tuz miktarı istenenden az olacaktır. Bunun aksi durumunda ise yani yıkama oranı yüksek tutulup aşırı tuz yıkanmasına sebep olunursa bu kez de toprağın infiltrasyon kapasitesi düşecektir (Rhoades vd. 1973, 1974).

Ayyıldız (1976) tarafından suyun dolaylı olarak etki gösterdiği tuz kapsamı yüksek sayılan sulama sularının, uygun aralıklarla ve bitki kök bölgesindeki fazla tuzları yıkayacak miktarda verilmesiyle bu suların sulamada kullanılmasının mümkün olduğu belirtilmiştir. Ayrıca toprak ve bitki koşullarının farklılığı nedeniyle aynı kalitedeki sulama sularının farklı topraklarda farklı etkiler yapacağı, hatta aynı toprak koşullarında bile sulama uygulamaları ve drenaj koşullarının farklı olması nedeniyle farklı etkiler yapacağı belirtilmiş ve bunun en iyi kanıtının ise sulama suyu sınıflandırılmasında ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Buna göre sorunlu ve zararlı olarak sınıflandırılan bir suyun, başka bir sınıflandırmada kullanılabilir sınıfa girdiği belirtilmiştir.

Miyamoto vd. (1986), toprak tuzluluğu üzerinde tuzlu sulama suyunun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 1.1 dS/m ve 4.3 dS/m sulama sularının 4 yıl uygulamasından sonra ilk 60 cm'lik katmanındaki toprak tuzluluğunun 1.5 dS/m'den sırasıyla 2.2 dS/m ve 4.2 dS/m' ye yükseldiğini gözlemlemişlerdir.

Oğuzer vd. (1983) tarafından buğday, arpa, yerfıstığı ve soya üzerinde yapılan bir çalışmada topraktaki tuz birikiminin sulamaların yapılmadığı kış aylarında daha yüksek düzeylerde seyrettiği, yaz aylarında ise sulamaların yıkamayı arttırdığı saptanmıştır.

Rizk vd. (1978), üç yonca türünde yaptıkları araştırmada; 0.01 N, 0.02 N ve 0.1 N NaCl ve CaCl₂ konsantrasyonlarının çimlenme oranı, çimlenme indeksi, fide boyu ve kuru ağırlık artışı üzerine olan etkilerini araştırmışlar ve artan konsantrasyonların bu özellikleri olumsuz yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Çalışmada CaCl₂'ün olumsuz etkisinin NaCl'e göre daha düşük düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Dabah vd. (1988), zaman geçtikçe ve sulama aralığı ile uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça yıkamada daha iyi sonuçlar gözlemlemişlerdir.

Hamdy (1990), toprakta biriken tuzların azaltılması ve bitki verimi yönünden en etkili yöntemin periyodik yıkama olduğunu bildirmiştir.

Hanks vd. (1977), Utah'da yaptıkları çalışmalarda başlangıçtaki tuzluluğu 2 dS/m olan toprakların, farklı düzeylerde tuz bulunduran sulama suları ile sulandığında tuz düzeylerinin arttığını belirtmişlerdir. Araştırmada kontrol konusunda 0-90 cm toprak derinliğinde toprak tuzluluğunun 1.7-3.1 dS/m arasında olmasına karşın, 4 dS/m tuzluluğa sahip sulama suyu kullanıldığında, 0-15 cm toprak derinliğinde 3.9 dS/m, 15-30 cm toprak derinliğinde 7.8 dS/m, 30-45 cm toprak derinliğinde 9.7 dS/m ve 45-60 cm toprak derinliğinde ise 5.3 dS/m olduğunu saptamışlardır.

İsrail' de sulama amacıyla tuzlu sulardan yeterince yararlanılmaktadır. Tuzlu yer altı sularının büyük çoğunluğunun tuzluluğu 2 dS/m ile 8 dS/m arasındadır. Yıllık ortalama terleme ise 2000 mm dir. Bu alanlara terlemenin %25-30'u kadar ek su verilmektedir (Frenkel vd. 1975; Keren vd. 1978).

Kovda (1978), çok sık ve uygun miktarlarda sulamanın toprakların mevsimlik tuzlaşmasını önlediğini vurgulamıştır. Eğer hafif tuzlu sular (1.6 dS/m ve 4.7 dS/m) sulamada kullanılacaksa yıkamanın yılda bir ya da iki kez veya en azından sulama mevsimi sonunda yapılması gerektiğini belirtmiştir. Araştırmacı, 6.3 dS/m ve 9.4 dS/m arası tuzluluktaki sularla yıkamanın, her sulamadan veya her iki sulamadan sonra yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Yıkama gereksiniminin hesaplanması için kullanılan sulama suyu tuzluluğu (EC_w) laboratuvar analizlerinden elde edilir. Buna karşılık bitkinin tuza dayanım sınırı (EC_e), araştırmalar sonucu bulunmuş olan ve her bitki için belli bir ürün kaybına karşı bitkinin tuza dayanımının kabul edilebilir düzeylerini ifade eden değerlerden oluşmuş çizelge ve abaklardan alınır. Buna göre aşağıda belirtilen denklem “Yıkama Suyu Gereksinimi” için kullanılabilir (Van der Molen vd. 1976).

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} \quad (2.2)$$

Burada; LR: Yıkama gereksinimi
 EC_w : Sulama suyu tuzluluk değeri (dS/m)
 EC_e : Toprak saturasyon tuzluluk değeri (dS/m)

Dhir (1976), 15 dS/m’ye dek tuzlu suların Hindistan’da Muson Yağmurları alan bölgede buğday sulamasında başarıyla kullanılabileceğini belirtmiştir.

Tarsus’ta lizimetrede buğdayda yapılan bir çalışmada, yaklaşık 10 dS/m değerine sahip tuzlu drenaj suyu ile sulama yapıldığında dahi yüksek verim alınabildiği belirlenmiştir (Oğuzer vd. 1992 a). Ancak aynı tuzluluk düzeyine sahip drenaj suyu sulama suyu olarak kullanıldığında soyada verimin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Oğuzer vd. 1992 b).

İsrail’de tuzlu kuyu suları ($EC= 5.0$ dS/m ve $SAR= 26$) ile başarılı bir şekilde pamuk yetiştirilmiştir. Başlangıçta toprağa jips uygulanmış ve ekim öncesi toprağı tarla kapasitesine getirmek için temiz sulama suyu kullanılmıştır (Pasternak vd. 1984).

Shalhevet vd. (1976), dünya genelinde yaptıkları araştırmalarda, Hindistan’da 20 dS/m’lik sulama suyu tuzluluğı ile elde edilen ürün %25 iken, tuzluluğun 5.6 dS/m olduğu durumlarda mısır veriminin %65 olduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmacılar İsrail’de damla sulamayla 3.1 dS/m’lik sulama suyu ile mısır bitkisinin başarılı bir şekilde yetiştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Diker (1992) tarafından mısır bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada 4 farklı nitelikte su, değişimli olarak sulamada kullanılmıştır. Denemede kullanılan değişimli su yönetiminin yıkamaya oranla verim ve topraktaki tuz dağılımı üzerinde iyi sonuçlar verdiği ve sulama suyu tuzluluğunun bitki üzerindeki etkisinin de sözü edilen yöntemle azaltıldığı anlaşılmıştır. Yine aynı çalışma mısır bitkisinin SAR değeri 6.36 olan 3.0 dS/m’lik sulama suyuna dayanıklı olduğu ve bu tür suların verimde yüksek kayıplara neden olmadan sulamada kullanılmasında bir sakınca olmadığı belirlenmiştir.

Boumans vd. (1988), Hindistan’da yaptıkları bir çalışmada, tuzluluğı 2 dS/m ile 4 dS/m arasında değişen kuyu suyu ile elde ettikleri pamuk lif verimi %100 olarak kabul ettiklerinde, tuzluluğı 4.6 dS/m olan suyla %70.6 dS/m ile 8 dS/m olan suyla %55 oranında verim elde edildiğini belirtmişlerdir.

Dutt vd. (1984), Arizona’da tuzlu sularla yaptıkları çalışmalarda, 6.2 dS/m tuzluluğına sahip sularla 1614 kg/ha, 11.1 dS/m su ile 1076 kg/ha, 4.5 dS/m su ile ise 995 kg/ha pamuk lif verimi elde edildiğini belirtmişlerdir.

Yurtseven vd. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada domates bitkisinde çimlenme üzerine tuzluluğun önemli düzeyde etki yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca gerek tuzluluk, gerekse SAR düzeylerinin artmasıyla çimlenen tohum sayılarında azalma olmuş ve 10

dS/m üzerindeki tuzluluk düzeyinde çimlenmenin olmadığı görülmüştür. Fide gelişiminde ise 4 dS/m üzerindeki tuzluluk düzeyleri olumsuz etki yapmıştır.

Yurtseven vd. (1996), biber bitkisinde 3 dS/m tuzluluk düzeyinin çimlenme üzerine etkili olmadığını ve fide boylarında tuzluluğun artması ile yaklaşık %13 kadar bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Yurtseven vd. (1997) tarafından marul bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, önemli bir besin kaynağı olan marul bitkisinin tuza orta hassas bir bitki olduğu belirlenmiş ve EC_w değerinin 2 dS/m düzeyinden büyük olması durumunda bitki yaş ağırlığında önemli bir azalma olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca toprak nem düzeyinin sık sulamalarla yüksek tutulması ile bitkide verim artışı sağlanırken, bitkinin toplam kül miktarı yani mineral madde içeriği, sulama suyu tuzluluğunun artışı ile yükselme gösterdiğini belirlenmişlerdir.

Yurtseven vd. (1997), brokoli bitkisi üzerindeki araştırmalarında ele alınan tuzluluk düzeyleri için, tuzluluğun artması ile bitkide biokütle üretiminin azaldığını ve bu azalmanın başladığı düzeyin 5.78 dS/m olduğunu belirlenmişlerdir. Ayrıca sulama suyu tuzluluğunun artmasına paralel olarak toplam kül değerinin de arttığını gözlemlemişler ve tuzluluğunun 0.25 dS/m olduğu kontrol düzeyinde toplam kül değeri %22.35 iken, 9.38 dS/m tuzluluk düzeyinde ise bu değerin %51.8 olduğunu ve bu farklılığın ise 1.5 dS/m tuzluluk düzeyinden itibaren başladığı gözlemlemişlerdir. Bitkide verim değerinin ise sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla azalma gösterdiğini saptamışlar ve bu azalmanın başladığı tuzluluk düzeyini 3.5 dS/m olarak ölçülmüşlerdir. Tuzluluk düzeyinin 6 dS/m düzeyine ulaştığı andan itibaren ise verimde önemli azalmalar oluşmaya başladığını gözlemlemişlerdir.

Erözel vd. (1996), havuç bitkisinde üzerinde yaptıkları araştırmada havuç boy değerlerinin analiz sonucunda, taban suyu derinliğinin havuç boyunu %1 düzeyinde etkilediğini belirlenmişlerdir. Taban suyu derinliği 90 cm olduğu durumda havuç boyunu 10.74 cm olarak, derinliğin 45 cm olduğu durumda ise havuç boyunu 8.10 cm

olarak ölçmüşlerdir. Başka bir deyişle su seviyesi yüzeye yaklaştıkça havuç boylarında kısalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Buna karşılık sulama suyu tuzluluğunun havuç boyuna etkili olmadığı belirlenmişlerdir. Ayrıca havuç çap değerlerinin analiz sonucunda sulama suyu tuzluluğunun %5, taban suyu derinliğinin ise %1 önemlilikle etkili olduğu belirlenmişler ve sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla ve taban suyu derinliğinin azalmasıyla havuç çaplarının küçüldüğü gözlemlemişlerdir. Sonuçta havuç üzerine yapılan tuzluluk-verim çalışmalarında, havucun tuzluluğa hassas bir bitki olduğu ve toprak saturasyon erişinin elektriksel iletkenliği 1.0 dS/m'yi geçtiğinde verim azalmasının başladığını gözlemlemişlerdir.

Yurtseven vd. (2002), macar fiğı bitkisinde sulama suyu tuzluluğunun ve uygulanan su miktarının bitki verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hasat edilen fiğ bitsinde yeşil ot verimi değerlerini incelediklerinde, yeşil ot veriminin tuzluluk düzeyi tarafından önemli düzeyde etkilendiğini, uygulanan su miktarının ise önemli bir etkide bulunmadığını görmüşlerdir. Biokütle değerlerinin ise, tuzluluk konuları tarafından çok büyük oranda etkilendiğini, buna karşın su miktarının etkisinin önemsiz olduğunu çıkarmışlardır. Bitkide fiziksel kalite unsurları olarak bilinen, doğal bitki boyu (cm), ana sap uzunluğu (cm), sap kalınlığı (cm) ve yaprak sayısı (adet) analizleri sonucunda, bitki boyu veriminde gerek tuzluluk gerekse su miktarı faktörlerinin her ikisinin de önemli düzeyde etkide bulunduğu gözlemlemişlerdir. Bunun yanında ana sap uzunluğu üzerine sadece sulama suyu tuzluluğunun etkili olduğunu, yapraktaki yaprakçık sayıları üzerine ise ele alınan faktörlerin önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmişlerdir. Yan dal sayısında ise ele alınan faktörlerin önemli bir etkide bulunmadığı gözlemlemişlerdir.

Erözel (1993), kuru fasulye bitkisi üzerinde yaptığı araştırmada tuzlu sulama sularının kullanılması sonucunda artış gösteren toprak tuzluluğu ile dane iriliğinin azaldığını ve danelerin buruşma gösterdiğini gözlemlemiştir. Ayrıca sulama suyu tuzluluğundaki artışın dane verimini önemli düzeyde etkilendiğini gözlemlemiştir. En yüksek dane veriminin ve 1000 dane ağırlığının ise 0.509 dS/m konusunda elde edildiğini belirlemiştir.

Sonuç olarak, yukarıda belirtilen çalışma sonuçlarının ışığı altında, yöresel standartlara göre çok daha fazla tuz içeren suların tarımsal açıdan önemli bir kaynak olduğu kanıtlanmıştır. Dolayısıyla tuzlu olarak sınıflandırılan sulama sularının seçilen bitkinin sulamasında uygun yetiştirme ve yönetim teknikleriyle birlikte ekolojik sorun oluşturmada uzun vadeli olarak kullanılabileceği araştırmalarla ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme yeri

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü yanında ve açıkta altı ay süreyle yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü lizimetreler eğimsiz, düz bir alana kurulmuştur.

3.1.2 Toprak özellikleri

Denemede kullanılan toprağın laboratuvar analizi sonucunda %21 oranında kil, %21 oranında silt ve %58 oranında kum elde edilmiş ve bu değerlere göre toprak bünyesi kumlu-tınlı-kil (SLC) olarak belirlenmiştir. Yine yapılan analizler sonucunda başlangıç toprağı olarak ifade edilen deneme toprağının nem oranı %2.12, pH değeri 8.18, organik madde miktarı %1.33 ve saturasyon ekstraktın EC değeri 0.19 dS/m olarak bulunmuştur.

Serbest drenaj koşullarında bitki kök bölgesinde yerçekimine karşı tutulan en yüksek su miktarı olan ve tarla kapasitesi olarak ifade edilen değer deneme başlangıç toprağında %16.04 olarak hesaplanmış, bitkinin solamaya başladığı anda toprak içerisinde bulunan nem miktarı, yani solma noktası ise %8.23 olarak hesaplanmıştır.

Deneme toprağına ilişkin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen değerler çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelgelere baktığımızda denemede kullanılan toprağın elektriksel iletkenlik değeri 0.19 dS/m dir. Bir başka deyişle düşük tuzluluktadır. Saturasyon ekstraktından elde edilen pH değeri 8.18 bulunmuştur. Buna göre deneme toprağı orta alkali reaksiyonda görülmektedir.

Çizelge 3.1 Deneme toprağının fiziksel analiz bulguları

Organik Madde %	Nem %	pH	EC (dS/m)	Tarla Kapasitesi %	Solma Noktası %	Toprak Bünyesi
1.33	2.12	8.18	0.19	16.04	8.23	SLC (kumlu-tınlı-kil)

Çizelge 3.2 Deneme toprağının kimyasal analiz bulguları

KATYONLAR (me/l)					ANYONLAR (me/l)			
Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)
0.52	0.17	1.08	0.8	2.57	1.18	0.6	0.48	2.26

3.1.3 Deneme yeri iklim özellikleri

Denemenin yapıldığı bölge karasal iklim kuşağının etkisi altındadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Bu nedenle bölge kurak, yazları su ihtiyacı fazla olan iklim tipine girmektedir.

Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim verilerine göre Ankara'nın yıllık ortalama yağış miktarı 396.6 mm' dir. Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık ve Ocak, en kurak geçen ayları ise Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos'dur. Toplam yağışın büyük bir bölümü kış aylarında düşmektedir.

Bölgede yıllık sıcaklık ortalaması 11.6 °C'dir. Ortalama minimum sıcaklık ocak ayında -2.9 °C, ortalama maksimum sıcaklık temmuz ayında 30 °C'dir. Bölgenin en sıcak aylar

ortalaması (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) 26.8 °C, en soğuk aylar ortalaması (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) -1,3 °C'dir.

Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde kaydedilen çok yıllık, (1950-1997) ortalama iklim değerleri çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Ankara için uzun yıllar ortalama iklim verileri

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.4	1.9	6.0	11.2	15.9	19.9	23.4	22.9	18.5	12.9	6.6	2.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.3	6.5	11.6	17.0	22.0	26.3	30.0	29.8	25.9	19.7	12.3	6.1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-2.9	-2.2	0.8	5.7	9.6	12.9	16.0	15.8	11.7	7.3	2.2	-0.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (Saat)	2.6	4.0	5.6	6.4	8.6	10.4	11.4	10.9	9.4	6.6	4.4	2.4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.5	10.2	10.2	12.6	12.4	9.3	4.0	3.3	3.7	7.3	9.0	11.1
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m ²)	40.0	32.1	36.1	51.7	49.4	32.8	14.4	12.2	17.8	30.0	37.6	41.1

3.1.4 Araştırmada kullanılan bitki çeşidi

Çalışma, bilensoy çeşitli yonca bitkisi ile yürütülmüştür. Yonca, çok yıllık bir yem bitkisidir. Daha çok tınlı, kumu fazla olmayan, yeterli derecede kireç içeren toprakları sever. Ayrıca kurak ve yarı kurak bir iklim bitkisidir. Yoncanın gelişme mevsiminin uzunluğu hızlı büyümesi ve yıl içinde birden fazla hasat edilmesi nedeniyle diğer kültür bitkilerine oranla suya ihtiyaı daha yüksektir. Yonca kurulacak alan drenajlı ve tesviyeli olmalıdır. Çünkü yüksek taban suyu ve durgun su yoncada verim düşüklüğüne ve giderek de seyrekleşmeye neden olmaktadır. Bunun için yüzey drenajına önem verilmelidir.

Yonca genel olarak Akdeniz ikliminin egemen olduğu yörelerde sonbaharda, diğer serin iklim yörelerinde ise ilkbaharda ekilmelidir. Yürütülen bu çalışmada yonca ekimi ilkbahar döneminde yapılmıştır. Ekim sırasında yetiştirme saksılarının (lizimetrelerin) hepsine eşit miktarda fide oluşacak şekilde tohum serpilmiştir. Ekim zamanında yonca fidelerinin yerleştirileceği lizimetrelerle gerekli gübreleme 20.20.20+ME %1 Bakır, %1 Bakır EDTA, %5 Demir, %2 Mangan, %1 Molibden, %2 inko şeklinde yapılmıştır.

3.1.5 Sulama suyu zellikleri

Araştırmada üç farklı kalitede sulama suyu kullanılmıştır. Bunlar, $T_1 = 0.25$ dS/m (Ankara şehir şebeke suyu), $T_2 = 1.5$ dS/m ve $T_3 = 3.0$ dS/m dir. Daha tuzlu sulama sularının hazırlanmasında şehir şebeke suyuna NaCl ve $CaCl_2$ tuzları katılmıştır. Tuz katılarak hazırlanan sulama sularının SAR değeri, kontrol suyu SAR değeri gibi < 1 olarak korunmaya çalışılmıştır. Denemede kullanılan suların kimyasal özellikleri izelge 3.4’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.4 Denemede kullanılan suların kimyasal özellikleri

Sulama Konusu	PH	EC dS/m	Kasyonlar					Anyonlar				SAR
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	
T ₁	7.2	0.28	0.46	0.07	1.23	0.58	2.34	1.60	0.52	0.48	2.60	0.45
T ₂	7.0	1.55	2.54	0.53	10.85	3.40	17,32	6.80	9.43	1.84	18.07	0.90
T ₃	6.9	3.05	3.70	0.78	21.81	5.20	31.49	11.2	17.57	3.52	32.29	0.97

3.1.6 Kullanılan diğer materyaller

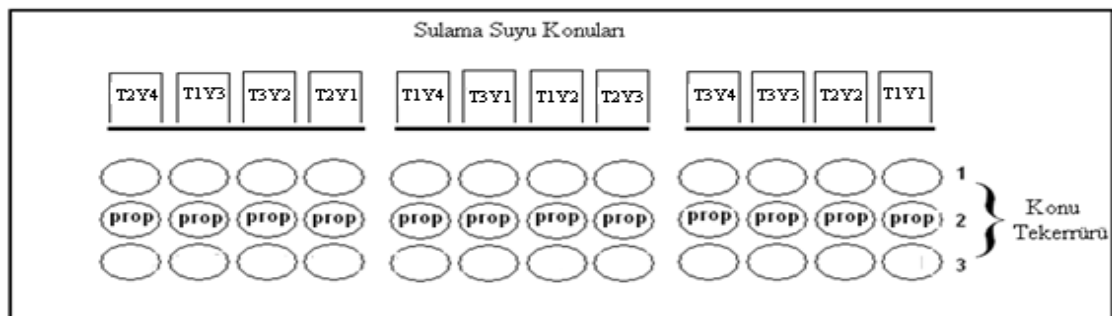
Bitki yetiştirme ortamı olarak lizimetrelerden yararlanılmıştır. Bu lizimetreler 65 cm yüksekliğinde ve 35 cm çapındadır. Yine sulama sularının hazırlanmasında ve sulamaların yapılmasında 80 L kapasiteli plastik bidonlar kullanılmıştır. Ayrıca damla sulama lateralleri, TDR aleti (Trace), EC metre (YSI 3000), pH metre (Martini MI 151), kurutma fırını, hassas terazi (Precisa) ve drenaj suyu kimyasal analizlerinin yapıldığı iyon kromatografisi (Dionex Ics 1600) kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

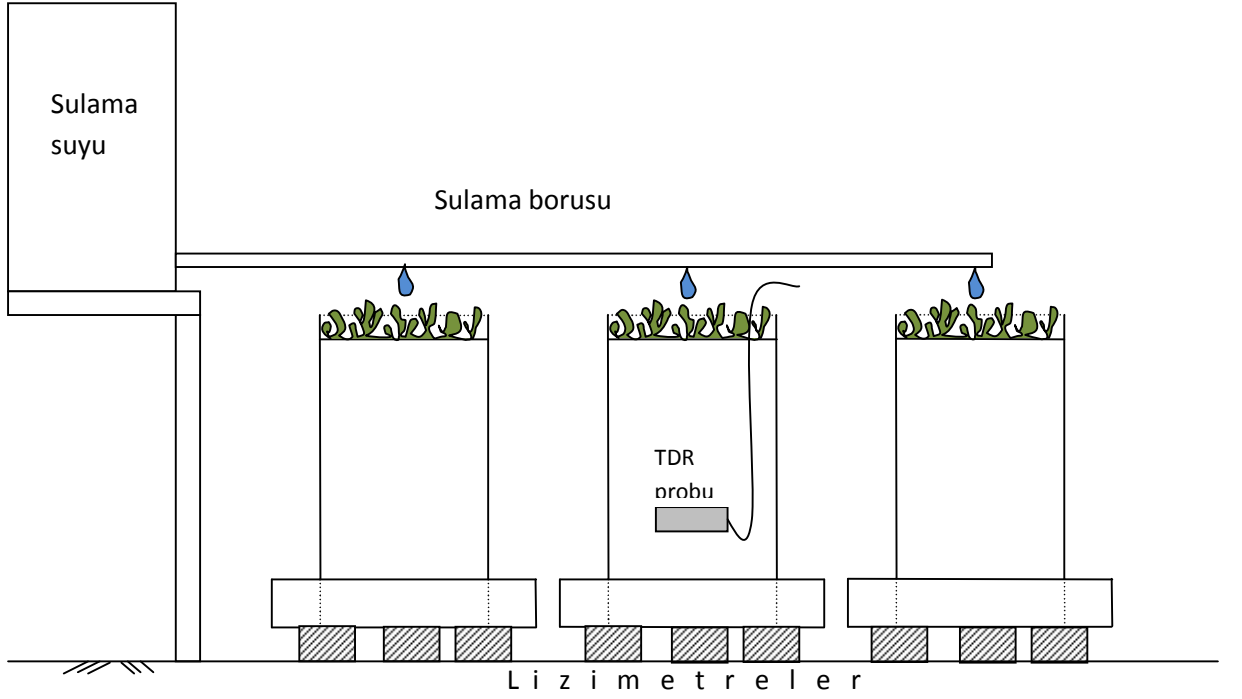
3.2.1 Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.1.1 Deneme metodu

Çalışma 3 sulama suyu kalitesi ile 4 yıkama hacmi konusunun tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak, 12 konu ile toplam 36 lizimetrede yürütülmüştür. Sulama suyu kalitesi konularında 3 konu ele alınmış ($T_1 = 0.25$, $T_2 = 1.5$, $T_3 = 3.0$ dS/m), yıkama hacmi konularında ise ($Y_1 = \%10$, $Y_2 = \%20$, $Y_3 = \%35$, $Y_4 = \%50$) 4 konu ele alınmıştır. Deneme düzeni şekil 3.1’de gösterilmiştir. Uygulama kolaylığı ve pratiklik açısından her konunun tekrarlamaları yan yana olacak şekilde deneme yürütülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Deneme parseli



Şekil 3.2 Deneme düzeni

Sulamalar şekilde görüldüğü gibi sulama suyunun plastik bidonlar içerisinde hazırlanması ve daha sonra sulama boruları yardımıyla lizimetrelere verilmesi şeklinde tamamlanmıştır. Lizimetrelerdeki nem düzeylerin incelenebilmesi amacıyla orta sıradaki (II. tekrarlı) lizimetrelere yaklaşık 45 cm derinliğe TDR sisteminin gömülebilir propları yerleştirilmiştir. Belirli zamanlarda toprak nem değerleri TDR sistemi ile izlenmiştir.

3.2.1.2 Uygulanan tarım tekniği

Yonca tohumları Mayıs ayı ortalarında, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde fide yetiştirme yastıklarında yetiştirilmiş ve fideler 3-4 yapraklı olduklarında lizimetrelere şaşırtılmışlardır.

Fideler önceleri birkaç kez şehir şebeke suyu ile sulandıktan sonra konuların uygulanmasına geçilmiştir. Sulamalar tüm konularda aynı zamanda yapılmaya çalışılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı ise, tuzluluk ve yıkama gereksinimi konularına göre farklılık göstermiştir.

Bitki gelişme dönemi içerisinde gerektiğinde bitki koruma mücadelesi yapılmıştır. Özellikle görülen afit (yaprak biti) zararlısına karşı Confidor SC 350 ilacı ile mücadele edilmiştir.

3.2.2 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.2.1 Toprak verimlilik analizleri

Deneme alanı topraklarının verimlilik analizleri olan saturasyon, toplam tuz, toprak reaksiyonu (pH) ve organik madde analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

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

Toplam Tuz: Brower vd. (1965)'de belirtilen esaslara göre, saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH): Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, hazırlanan saturasyon çamurunda 2 saat sonra cam elektrodlu pH metre ile saptanmıştır.

Organik Madde: Anonymous (1954)'de belirtilen Walkley Black Yönteminin modifiye edilmiş şekli uygulanarak saptanmıştır.

3.2.2.2 Toprak fiziksel analizleri

Tarla Kapasitesi: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, bozulmuş toprak örneğinde poroz levhalı basınç aleti ile örnekler doyurulduktan sonra 1/3 atm değerinde basınç uygulanarak saptanmıştır.

Solma Noktası: Anonymous (1954)'de belirtilen esaslara göre, poroz levhalı basınç aleti ile örnekler doyurulduktan sonra 15 atm değerinde basınç uygulanarak belirlenmiştir.

Toprak Bünyesi: Bouyocos (1951)'de belirtilen esaslara göre, hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, bünye sınıfının belirlenmesinde sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır.

3.2.2.3 Bitki analizleri

Hasat edilen bitki örnekleri üzerinde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

Bitki Yaş Ağırlığı: Her lizimetrede toprak üstü aksamın tümünün kesilmesi şeklinde yapılan hasat sonucunda elde edilen vegetatif aksam tartılarak yaş ağırlıklar hesaplanmıştır.

Bitki Kuru Madde Ağırlığı (Biokütle): Elde edilen yaş ağırlıklar, Kacar (1972)'de verilen esaslara göre, 70 °C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlar ve bitki kuru madde değerleri elde edilmiştir.

3.2.2.4 Sulama suyu analizleri

Bu çalışmada sulama amacıyla Ankara şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Diğer tuzlu sulama sularının elde edilişinde ise NaCl ve CaCl₂ tuzları ilave edilmiştir.

Deneme sulama suları ve drene olan suların pH değerleri laboratuarda pH metre ile ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre konu ortalamaları olarak; $T_1 = 7.2$, $T_2 = 7.0$ ve $T_3 = 6.9$ olarak elde edilmiştir. Denemede kullanılan sulama sularının elektriksel iletkenlik ölçümleri EC metre ile belirlenmiştir. Buna göre kontrol konusu olan T_1 'in elektriksel iletkenlik değeri 0.28 dS/m, SAR değeri de 0.45 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle Ankara şehir şebeke suyu tuzluluk ve sodyumluluk açısından ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırmasına göre C_1S_1 kalitede sulama suyu olarak sınıflandırılmıştır.

Ankara şehir şebeke suyuna NaCl ve $CaCl_2$ tuzları eklenerek oluşturulan T_2 ve T_3 konularına ait sulama sularının, elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 1.55 dS/m ve 3.05 dS/m, SAR değerleri ise sırasıyla 0.9 ve 0.97 olarak hesaplanmıştır. Bu şekilde tuz katılarak oluşturulan sulama suları sodyumluluk açısından sorunsuz olurken tuzluluk açısından daha yüksek sınıflarda yer almışlardır.

Deneme sularında ve drenaj sularında ayrıca iyon kromatografi ile anyon (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) ve kation (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre elde edilen anyon ve kation değerleri, konularda uygulanan sulama sularının kalitesine ve uygulanan yıkama oranına göre değişiklik göstermiştir.

Sulara ait HCO_3^- ve CO_3^{2-} tayini titrimetrik yöntemle yapılmıştır. Buna göre denemede kullanılan sulama sularında ve drenaj sularında yapılan analizlerde CO_3^{2-} iyonuna rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada kullanılan sulama suları, Cl^- iyonu içeriklerine göre çizelge 3.5'de verilen sınıflandırma yönteminde, T_1 konusu 0.5 me/l ile çok iyi, T_2 konusu 9.43 me/l ile kullanılabilir, T_3 konusu ise 19.57 me/l şüpheli sulama suyu niteliğinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5 İçerdiği Cl⁻ miktarı açısından sulama sularının sınıflandırılması.

Konsantrasyon (me/l)	SINIFI
<4	Çok iyi
4-7	İyi
7-12	Kullanılabilir
12-20	Şüpheli
>20	Kullanılamaz

4. BULGULAR ve TARTIŞILMASI

Bu bölümde, toprağa, sulama suyuna ve bitki verimine ilişkin bulgu ve analizlerin sonuçları verilmiştir.

4.1 Toprağa İlişkin Bulgular

Deneme sonunda her bir lizimetreden 40 cm derinlikten tekerrürlü olarak toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örnekler hava kuru ortamda kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek laboratuvar analizleri yapılmış ve başlangıç toprağı ile deneme sonu toprakların tuzluluk analiz sonuçları çizelge 4.1 ve çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere başlangıç toprağı ile deneme sonrası toprakların gerek tuzluluk düzeyleri gerekse yapılan kimyasal analiz sonuçlarında farklılık görülmektedir. Bu farklılığın sebebi ise uygulanan sulama sularının kalitesi ve uygulama miktarı yani uygulanan yıkama oranıdır. Şebeke suyunun uygulandığı T₁ konusundaki EC değerleri yıkamanın uygulandığı Y₁, Y₂, Y₃ ve Y₄ konularında sırasıyla 0.88 dS/m, 0.50 dS/m, 0.35 dS/m ve 0.28 dS/m olarak elde edilmiştir. T₂ konusunun uygulandığı konuda ise EC değerleri yıkama konularına göre sırasıyla 0.85 dS/m, 0.62 dS/m, 0.42 dS/m ve 0.38 dS/m bulunmuştur. Aynı durum T₃ konusunda da uygulanan yıkama konularında 2.35 dS/m, 1.60 dS/m, 1.48 dS/m ve 0.86 dS/m olarak elde edilmiştir. Sonuçta uygulanan sulama suyu kalitesi ve yıkama oranlarına göre deneme toprağı elektriksel iletkenliği, başlangıç toprağı elektriksel iletkenliğine göre azalma göstermiştir. Başlangıç toprağına göre EC değerlerindeki bu azalmanın nedeni, uygulanan yıkama oranlarının artması ile toprak tuzluluğunun azalmasıdır.

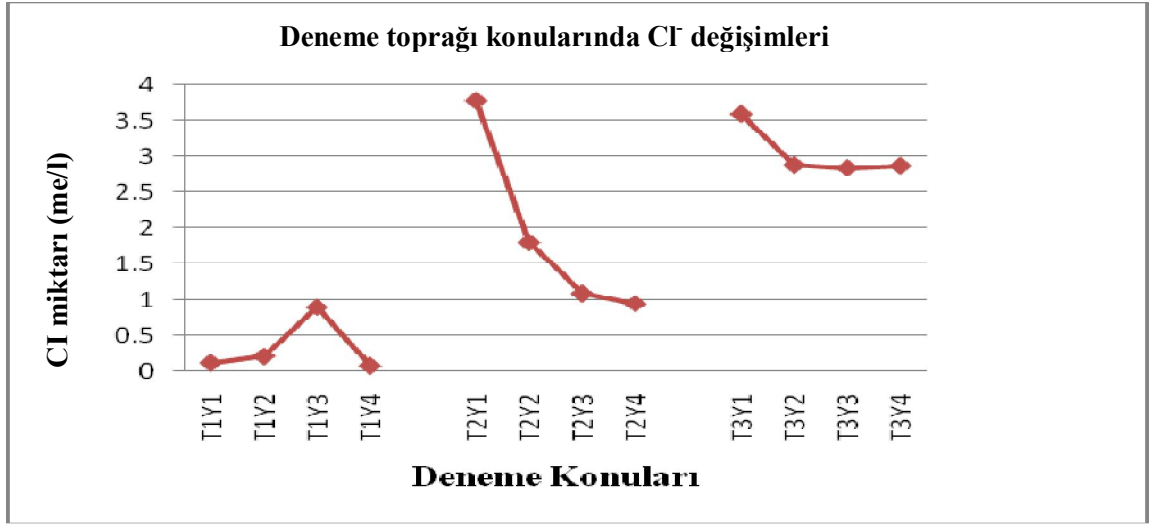
Çizelge 4.1 Başlangıç toprağı kimyasal özelliğı

Konu	pH	EC (dS/m)	ANYONLAR (me/l)				KATYONLAR (me/l)				
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)
Başlangıç Toprağı	8.2	0.19	1.18	0.6	0.48	2.26	0.52	0.17	1.08	0.8	2.57

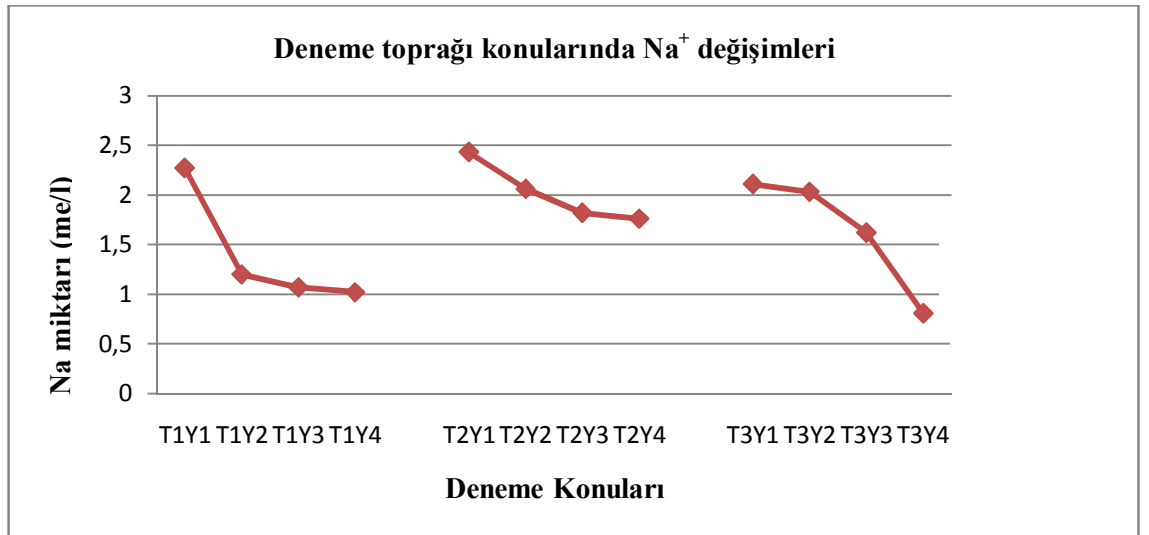
Çizelge 4.2 Deneme sonrası konu toprakların kimyasal özellikleri

Konu	pH	EC (dS/m)	ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)				
			CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)
T1Y1	7.9	0.88	Yok	1.56	0.90	8.22	10.68	2.49	0.63	5.23	2.83	11.18
T1Y2	8.0	0.50	Yok	1.48	0.21	5.96	7.65	2.12	0.54	4.57	2.29	9.52
T1Y3	8.0	0.35	Yok	1.29	0.12	1.66	6.89	1.07	0.30	3.44	1.86	6.67
T1Y4	7.8	0.28	Yok	1.26	0.08	1.45	5.87	1.02	0.31	3.32	1.72	6.37
T2Y1	7.8	0.85	Yok	1.58	3.77	9.23	14.48	3.52	0.64	10.64	3.40	18.20
T2Y2	7.7	0.62	Yok	1.46	1.80	7.64	10.90	3.32	0.38	9.12	2.75	15.57
T2Y3	7.7	0.42	Yok	1.39	1.09	4.91	7.39	2.45	0.35	7.54	1.50	11.84
T2Y4	7.8	0.38	Yok	1.32	0.95	4.58	6.85	2.11	0.21	5.15	0.94	8.41
T3Y1	7.7	2.35	Yok	1.65	3.89	22.75	28.29	4.45	0.84	24.06	4.24	33.59
T3Y2	7.6	1.60	Yok	1.52	2.88	19.06	23.46	3.98	0.69	21.70	3.90	30.27
T3Y3	7.7	1.48	Yok	1.35	2.72	16.20	20.27	3.56	0.60	19.08	2.06	25.03
T3Y4	7.6	0.86	Yok	1.30	2.65	12.00	15.95	3.15	0.52	13.73	1.94	19.34

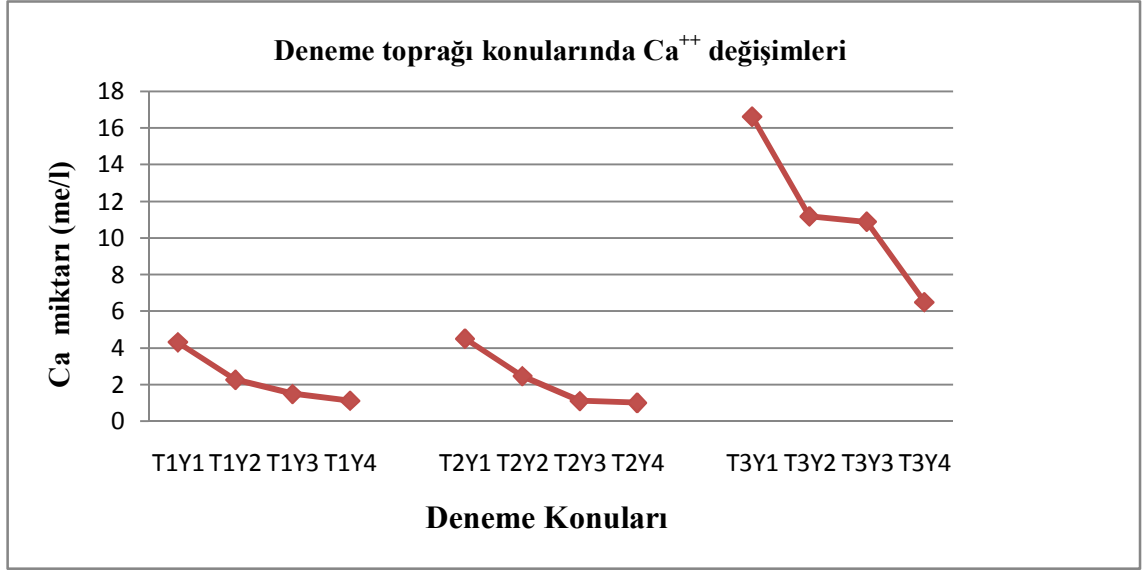
Deneme toprağına ilişkin analiz sonuçlarında iyonların değışimini konu olarak ele aldığımızda, uygulanan sulama suyu kalitesi ve uygulanan yıkama miktarına göre konuların içerdikleri iyonların miktarlarında da değışim olduğı gözlemlenmiştir. Bu iyonlarda ki değışim şekil 4.1-4.4’de gösterildiğı gibidir.



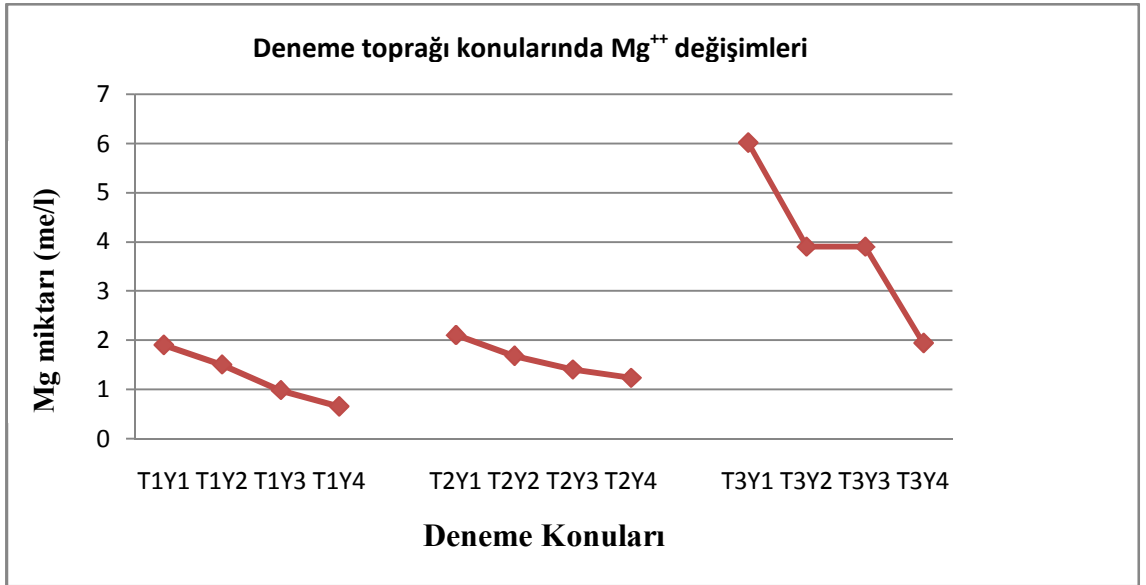
Şekil 4.1 Deneme toprağı konularında Cl⁻ değışimleri



Şekil 4.2 Deneme toprağı konularında Na⁺ değışimleri



Şekil 4.3 Deneme toprağı konularında Ca⁺⁺ değışimleri



Şekil 4.4 Deneme toprağı konularında Mg⁺⁺ değışimleri

Şekillerden de anlaşılacağı üzere iyonların miktarları, tuzluluk düzeyi artış gösterirken, yıkama düzeyleri ile azalma göstermektedir.

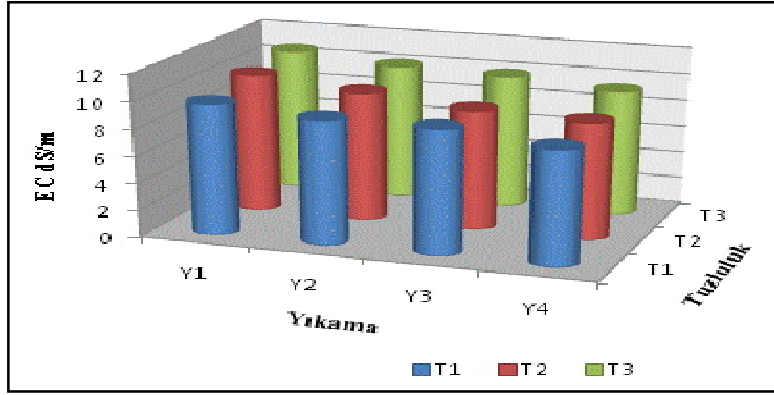
4.2 Drenaj Suyuna İlişkin Bulgular

Denemede her konu için sulamalardan sonra çıkan drenaj sularına ilişkin tuzluluk ölçümleri yapılmıştır (çizelge 4.3). Ayrıca her üç sulamadan sonra drenajla çıkan sulardan (3., 6. ve 8. sulamalar) alınan örneklerde EC, pH, anyon ve katyon ($\text{SO}_4^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) analizleri yapılmıştır

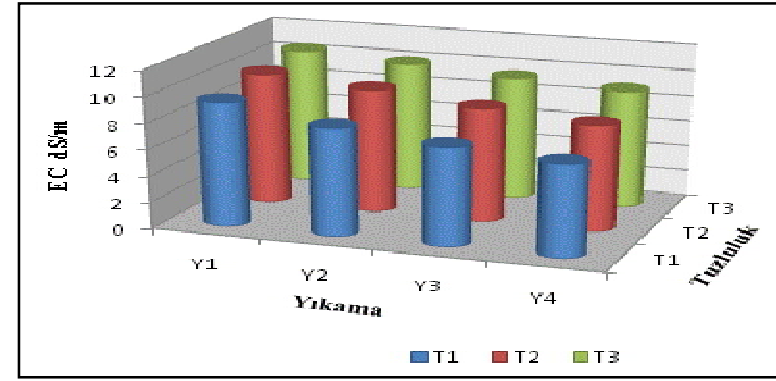
Çizelge 4.3 Sulamalar sonrası drenaj suyu ortalama EC değerleri

Sulama / Konu	1	2	3	4	5	6	7	8
T1Y1	9.7	9.5	9.1	8.4	7.3	7.1	6.9	6
T1Y2	9.2	8.2	8.0	7.7	5.7	4.8	3.0	3.7
T1Y3	9.2	7.5	7.1	7.4	4.5	3.6	2.9	2.7
T1Y4	8.9	7.0	5.8	4.1	2.6	3.0	1.1	1.2
T2Y1	10.3	10.1	9.4	8.9	8.4	7.4	7.1	6.8
T2Y2	9.6	9.5	8.6	8.0	7.4	7.0	6.3	5.8
T2Y3	8.9	8.7	7.4	7.1	6.9	6.7	5.6	5.2
T2Y4	7.9	8.1	7.0	6.5	6.1	5.8	4.9	4.7
T3Y1	10.7	10.5	10.0	9.2	8.7	8.2	7.5	7.0
T3Y2	10.1	10.0	9.1	8.3	8.0	7.6	6.6	6.1
T3Y3	9.9	9.5	8.6	7.7	7.1	6.3	5.8	5.4
T3Y4	9.1	9.1	8.0	6.9	6.4	6.0	5.1	4.9

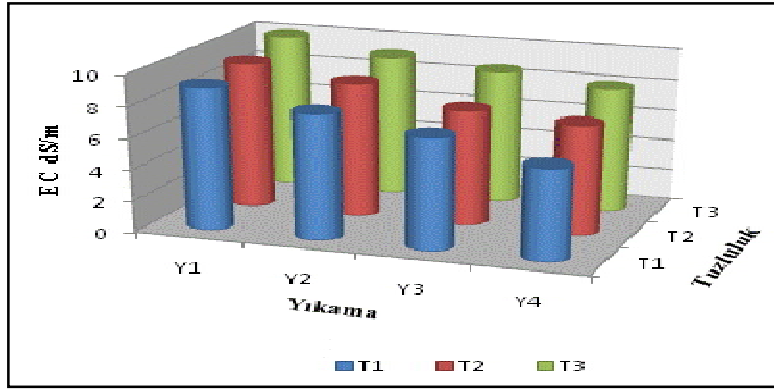
Çizelgeden de anlaşılacağı üzere sulama periyodu boyunca drenaj sularının elektriksel iletkenlik değeri tuzluluk konularında artış gösterirken, yıkama konuları içerisinde azalma göstermiştir (şekil 4.5 - 4.12). Örneğin 1. sulamadan itibaren 8. sulamaya kadar drenaj sularının elektriksel iletkenliği T1 konusundan T3 konusuna doğru artış gösterirken, yıkama konularında elektriksel iletkenlik değeri Y1 konusundan Y4 konusuna doğru azalma göstermiştir.



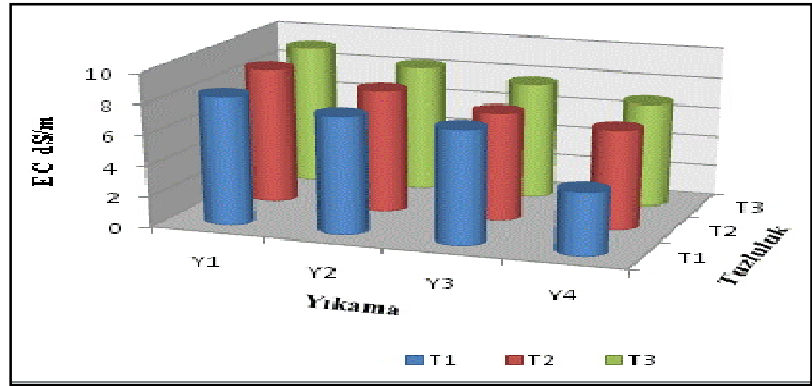
Şekil 4.5 Birinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



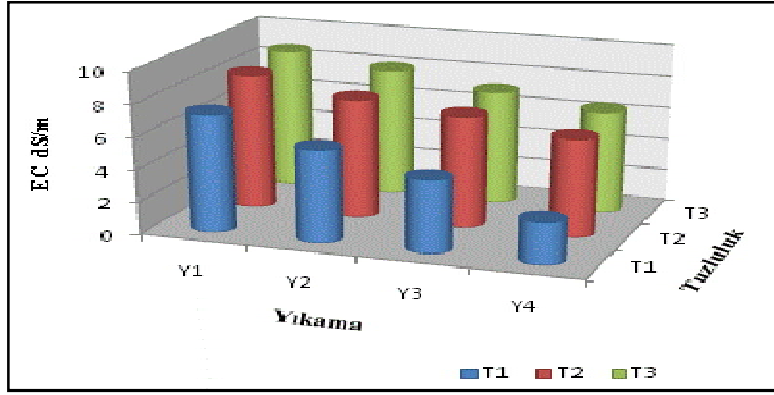
Şekil 4.6 İkinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



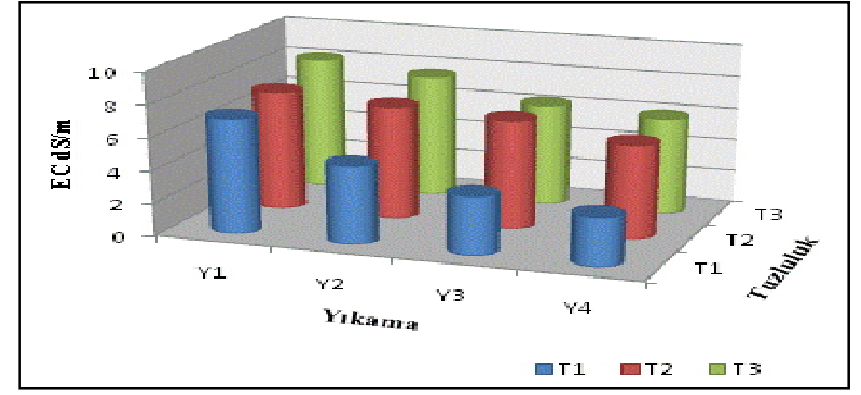
Şekil 4.7 Üçüncü sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



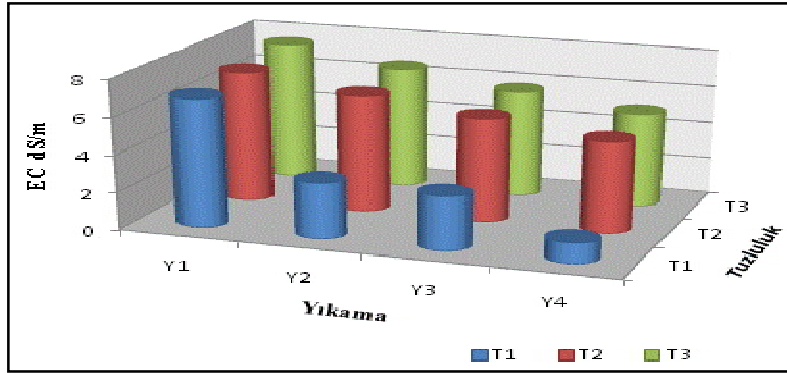
Şekil 4.8 Dördüncü sulama sonrası drenaj suyun EC değişimi



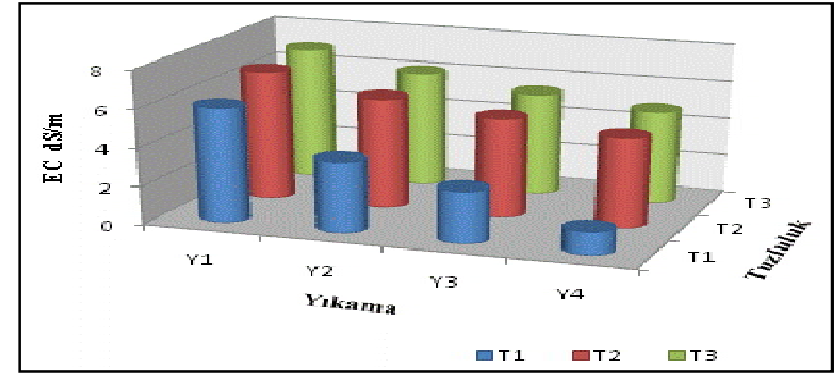
Şekil 4.9 Beşinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



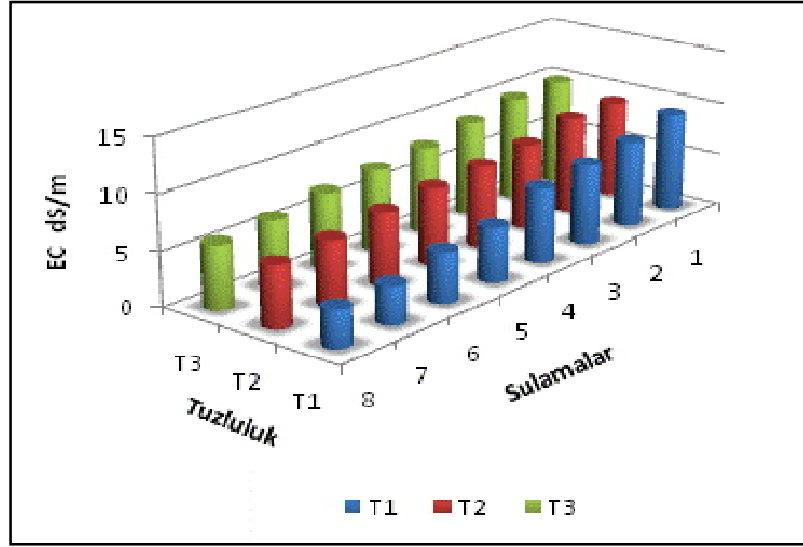
Şekil 4.10 Altıncı sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



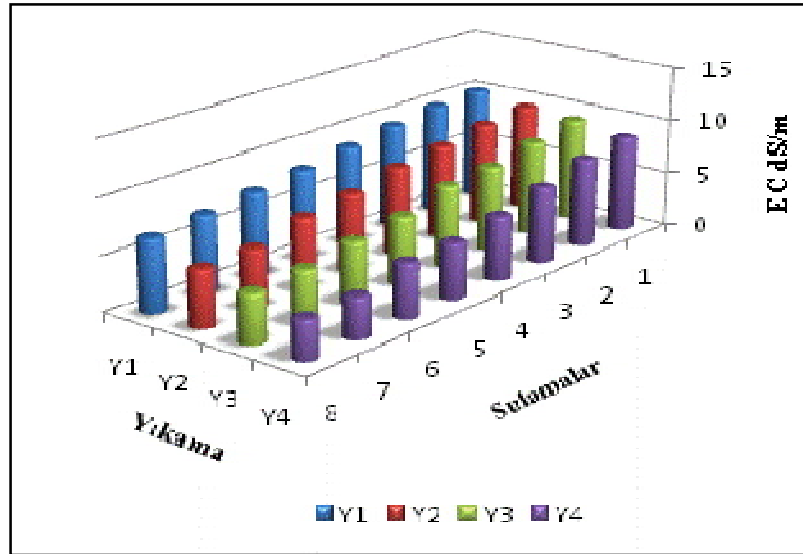
Şekil 4.11 Yedinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



Şekil 4.12 Sekizinci sulama sonrası drenaj suyu EC değişimi



Şekil 4.13 Drenaj suyu tuzluluk konuları için ortalama EC değerleri değişimi



Şekil 4.14 Drenaj suyu yıkama konuları için ortalama EC değerleri değişimi

Şekillerden de görülebileceği üzere her sulama sonrası alınan drenaj sularında EC değerlerinin sulamada kullanılan suyun kalitesi ve yıkama oranına göre değiştiği görülmektedir (şekil 4.13 - 4.14). T₁, T₂ ve T₃ konularında yıkamayla beraber drenaj sularında EC değerinin giderek azaldığı görülmektedir. Buna göre uygulanan sulama suyunun EC değeri ve yıkama oranları drenaj sularının EC değerinde farklılığa neden olmuştur.

Denemede her üç sulamadan sonra yani 3., 6. ve 8. sulamalardan sonra drenajla çıkan sulardan numuneler alınarak laboratuvar analizleri yapılmış ve elde edilen değerler çizelge 4.4 - 4.6'de gösterilmiştir.

Çizelgelerde de görülebileceği gibi sulama periyodu boyunca drenaj sularının elektriksel iletkenlik değerleri ve içerdiği iyonların miktarı hem tuzluluk konuları hem de yıkama konuları ile etkileşim içersindedir. Öyle ki sulama suyu tuzluluğu arttıkça drenaj sularının elektriksel iletkenlik değeri ve içerdikleri iyonların miktarı artmaktadır. Ancak sulama suyu ile birlikte uygulanan yıkama oranları arttıkça bu sefer drenaj sularının elektriksel iletkenlik değeri ve içerdiği iyonların miktarı azalma göstermektedir

Çizelge 4.4 Üçüncü sulamadan sonra alınan drenaj sularının konu ortalamalarının kimyasal özelliği

Konu	pH	EC dS/m	ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)				
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)
T1Y1	6.6	13.0	Yok	1.38	33.93	85.53	120.84	50.83	0.81	33.51	36.38	121.53
T1Y2	6.7	10.5	Yok	1.35	18.85	82.44	102.64	42.51	0.53	30.35	27.98	101.37
T1Y3	6.9	9.9	Yok	1.34	13.93	73.60	88.87	41.43	0.51	27.04	26.15	95.13
T1Y4	7.0	6.3	Yok	1.31	5.74	62.36	69.41	31.70	0.38	22.94	22.02	77.04
T2Y1	6.8	13.0	Yok	1.41	35.66	98.70	134.36	52.69	0.92	36.42	39.25	129.28
T2Y2	6.9	9.2	Yok	1.16	25.03	94.67	120.86	47.61	0.51	31.88	31.54	111.54
T2Y3	7.0	9.2	Yok	1.11	21.08	74.26	96.45	38.92	0.49	29.98	28.60	97.99
T2Y4	7.0	7.7	Yok	1.03	20.03	62.67	83.73	36.98	0.39	24.58	25.89	87.84
T3Y1	6.4	14.5	Yok	1.47	49.69	101.89	153.01	59.90	1.56	45.74	41.14	148.34
T3Y2	6.4	10.8	Yok	1.35	45.62	79.95	126.92	51.60	1.14	41.60	35.39	129.73
T3Y3	6.6	10.2	Yok	1.22	39.22	76.79	117.23	49.26	0.87	38.25	34.05	122.43
T3Y4	6.4	11.7	Yok	1.28	36.89	70.51	108.68	45.07	0.44	36.86	32.20	114.57

Çizelge 4.5 Altıncı sulamadan sonra alınan drenaj sularının konu ortalamalarının kimyasal özelliği

Konu	pH	EC dS/m	ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)				
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)
T1Y1	6.6	10.7	Yok	1.97	17.22	68.12	87.31	30.41	0.51	29.36	34.91	95.19
T1Y2	7.1	6.6	Yok	0.55	2.96	48.36	51.87	21.76	0.29	20.29	18.51	60.85
T1Y3	7.4	4.0	Yok	1.54	1.15	37.83	40.52	15.54	0.18	15.15	12.76	43.63
T1Y4	7.4	1.0	Yok	1.45	0.86	7.63	9.94	4.88	0.08	3.31	2.85	11.12
T2Y1	6.6	10.0	Yok	1.70	55.30	72.78	129.78	39.72	0.46	41.89	38.70	120.77
T2Y2	6.6	8.9	Yok	1.50	51.35	53.11	105.96	37.85	0.35	39.16	30.82	108.18
T2Y3	6.6	8.7	Yok	1.46	41.01	42.77	83.78	28.85	0.34	35.83	24.20	89.22
T2Y4	6.7	8.3	Yok	1.25	36.77	38.26	76.28	24.77	0.24	32.19	23.36	80.56
T3Y1	6.3	10.2	Yok	1.74	80.63	34.87	115.50	40.50	0.37	42.51	38.13	121.51
T3Y2	6.3	9.4	Yok	1.68	76.19	29.20	107.07	35.59	0.34	40.65	36.26	112.84
T3Y3	6.4	8.7	Yok	1.60	65.37	28.03	95.00	24.57	0.26	40.44	32.81	98.08
T3Y4	6.5	8.2	Yok	1.21	52.24	26.42	79.87	26.04	0.18	36.79	25.83	88.84

Çizelge 4.6 Sekizinci sulamadan sonra alınan drenaj sularının konu ortalamalarının kimyasal özelliği

Konu	pH	EC dS/m	ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)				
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam (me/l)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam (me/l)
T1Y1	8.4	4.8	Yok	2.20	5.67	34.82	42.69	23.19	0.42	13.66	15.11	52.38
T1Y2	8.3	3.2	Yok	2.00	2.74	30.43	35.11	15.02	0.23	11.58	9.19	36.02
T1Y3	8.4	2.9	Yok	1.87	1.89	28.30	32.06	13.39	0.15	10.27	8.80	32.61
T1Y4	8.7	0.8	Yok	1.76	1.44	5.18	8.38	4.50	0.12	3.34	2.91	10,87
T2Y1	8.0	14.2	Yok	2.40	114.23	40.24	156.87	42.18	0.55	62.57	57.08	163.38
T2Y2	8.5	13.8	Yok	2.13	99.69	31.90	133.72	38.49	0.31	46.83	45.00	130.63
T2Y3	7.7	12.2	Yok	0.93	85.88	30.70	117.51	35.32	0.29	45.53	43.11	124.25
T2Y4	8.0	2.0	Yok	1.30	16.20	4.72	22.22	14.30	0.23	4.87	3.76	23.16
T3Y1	7.6	25.1	Yok	2.44	193.89	59.56	255.89	57.46	0.81	110.46	78.07	246.80
T3Y2	7.8	23.8	Yok	2.24	165.18	43.45	210.87	45.19	0.57	100.75	70.35	216.86
T3Y3	7.8	14.7	Yok	1.96	120.38	30.08	152.42	30.58	0.25	68.34	53.65	152.82
T3Y4	7.7	9.0	Yok	0.80	78.51	19.28	98.59	15.53	0.11	42.42	35.76	98.82

Sulama sonrası drenaj olan sularda (3.,6. ve 8.sulamalarda) EC değerleri için yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 4.6 - 4.8’de verilmiştir.

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere 3.,6.ve 8. sulamadan sonra drenajdan çıkan suların varyans analiz tablosu incelendiğinde, EC değerleri arasındaki ilişki %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Diğer bir değişle, gerek tuz konsantrasyonu gerek yıkama oranları ve gerekse bunların interaksyonu istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Tuzluluk konsantrasyonu arttıkça artan zararlanma yıkama oranının artmasına paralel olarak bir azalma göstermiştir. Özellikle Y4 konusu olan %50 yıkama oranı tüm tuzluluk düzeylerinde toprakta deneme başındaki toprak tuzluluğunun azalmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.7 Üçüncü sulama sonrası drenaj sularına ilişkin varyans analizi sonucu

Varyasyon Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Sulama Suyu Tuzluluğu (A)	2	28.734	14.367	28.247**	0.0000
Yıkama Gereksinimi (B)	3	115.996	38.665	76.022**	0.0000
Sulama Suyu Tuzluluğu x Yıkama Gereksinimi (AxB)	6	22.179	3.697	7.268**	0.0003
Deneme Hatası	24	12.207	0.509		
Toplam	35	179.116	5.118		

Çizelge 4.8 Altıncı sulama sonrası drenaj sularına ilişkin varyans analizi sonucu

Varyasyon Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Sulama Suyu Tuzluluğu (A)	2	99.624	49.812	104.501**	0.0000
Yıkama Gereksinimi (B)	3	94.094	31.365	65.800**	0.0000
Sulama Suyu Tuzluluğu x Yıkama Gereksinimi (AxB)	6	58.794	9.799	20.557**	0.0000
Deneme Hatası	24	11.440	0.477		
Toplam	35	263.952			

Çizelge 4.9 Sekizinci sulama sonrası drenaj sularına ilişkin varyans analiz sonucu

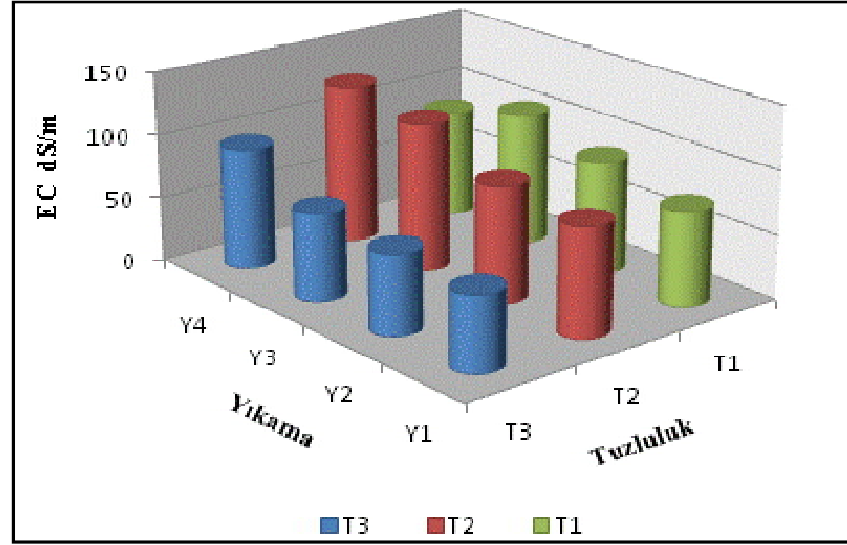
Varyasyon Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Sulama Suyu Tuzluluğu (A)	2	1310.111	655.055	788.432**	0.0000
Yıkama Gereksinimi (B)	3	561.432	187.144	225.249**	0.0000
Sulama Suyu Tuzluluğu x Yıkama Gereksinimi (AxB)	6	189.323	31.554	37.978**	0.0000
Deneme Hatası	24	19.940	0.831		
Toplam	35	2080.806	59.452		

4.3 Bitki Kalite Analizlerine İlişkin Bulgular

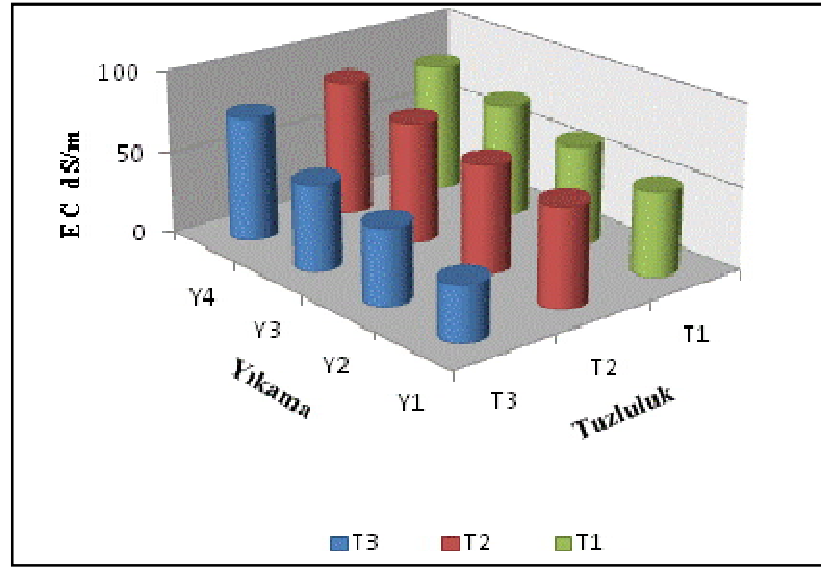
Deneme süresince yonca bitkisinde iki kez hasat yapılmıştır. Hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları ölçüldükten sonra fırın kuru ağırlıkları elde edilmiştir (çizelge 4.10). Şekil 4.15 ve 4.16’da gösterildiği gibi hasat edilen bitkilerde ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri alınarak tuzluluk ve yıkama konularının biokütleyi ve verimi nasıl etkilediğine bakılmıştır. Buna göre T2 tuzluk düzeyinde biokütlenin maksimum olduğu görülmektedir. Yıkama konusu için yaş ve kuru ağırlık değerlerinin karşılaştırıldığı tabloya baktığımızda ise yıkamayla biokütlenin arttığını görülmektedir.

Çizelge 4.10 Yoncada ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri

Konu	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık (gr)
T1Y1	74.20	51.00
T1Y2	89.30	71.00
T1Y3	104.80	60.20
T1Y4	85.70	59.20
T2Y1	85.30	59.80
T2Y2	91.30	65.90
T2Y3	117.10	74.10
T2Y4	116.10	83.10
T3Y1	59.20	33.50
T3Y2	52.90	46.10
T3Y3	68.80	55.80
T3Y4	108.60	80.00



Şekil 4.15 Tuzluluk konuları için ortalama yaş ve kuru ağırlık değeri değişimi



Şekil 4.16 Yıkama konuları için ortalama yaş ve kuru ağırlık değeri değişimi

Hasat edilen bitkilerden elde edilen ortalama yaş ağırlığa ilişkin varyans analiz sonucu çizelge 4.11’de ve ortalama kuru ağırlığa ilişkin varyans analiz sonucu da çizelge 4.14’de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Ayrıca yaş ağırlığa ilişkin tuzluluk konusunda ve (çizelge 4.12) hem yaş hem kuru ağırlığa ilişkin yıkama konularında (çizelge 4.13 ve

çizelge 4.15) Duncan testi yapılmıştır. Bu test sonucunda bitki ortalama verimleri yıkama ve tuzluluk konuları içerisinde gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.11 Yoncada ortalama yaş ağırlığa bağlı varyans analiz sonucu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Sulama suyu tuzluluğu (A)	2	4052.56	5.36*	0.01
Yıkama gereksinimleri (B)	3	5070.08	4.47*	0.01
Sulama suyu tuzluluğu x yıkama gereksinimi (AxB)	6	3200.80	1.41*	0.25

Çizelge 4.12 Yoncada ortalama yaş ağırlık tuzluluk konularında Duncan testi

Kaynaklar	Duncan Testi	Ortalama Verim
T2	A	102.49
T1	AB	88.49
T3	B	76.52

Çizelge 4.13 Yoncada ortalama yaş ağırlık yıkama konularında Duncan testi

Kaynaklar	Duncan Testi	Ortalama Verim
Y4	A	103.51
Y3	AB	96.89
Y2	AB	83.36
Y1	B	72.91

Tuzluluk konular arasındaki fark %5 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Konulara uygulanan çoklu karşılaştırma testlerinden birisi olan Duncan testi sonucunda elde edilen sonuçlar yukarıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre konular iki grupta toplanmıştır. T2 konusunun diğer konulara göre daha yüksek verimin nedeni olarak da topraktaki iyon eksikliğinin uygulanan düşük tuzlu sularla kapatılarak tuzluluğun bir anlamda gübre etkisi göstermesi olarak yorumlanabilir. Özellikle tuzluluk konularının hazırlanmasında sulama suyunun tuz konsantrasyonunun SAR değerinin 1'in altında olmasına özen gösterilmiştir. Buda yıkama oranlarıyla doğru orantılı olarak verimde artışa sebep olduğu şeklinde değerlendirilebilir.

Çizelge 4.14 Yoncada ortalama kuru ağırlığa bağlı varyans analiz sonucu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Sulama suyu tuzluluğu (A)	2	1787.84	3.34*	0.05
Yıkama gereksinimleri (B)	3	3128.53	3.90*	0.02
Sulama suyu tuzluluğu x yıkama gereksinimi (AxB)	6	1652.13	1.03*	0.43

Çizelge 4.15 Yoncada ortalama kuru ağırlık yıkama konularında Duncan testi

Kaynaklar	Duncan Testi	Ortalama Verim
Y4	A	74.15
Y3	AB	63.37
Y2	AB	59.33
Y1	B	48.10

Kuru ağırlık değerleri üzerinde yapılan varyans analizi sonuçlarında %5 önem düzeyinde yıkama oranlarının etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ancak yapılan analiz sonucunda tuzluluk oranlarının etkisinin %5 önem düzeyinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda konular iki grupta toplanmıştır. Yıkama oranının artmasına bağlı olarak yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlıkta da artışlar belirlenmiştir.

Yıkama gereksinimi konuları içerisinde en yüksek ortalama yaş ve kuru ağırlık değerlerindeki verim Y4 konusunda sırasıyla 103.51 g ve 74.15 g olarak elde edilirken, en düşük ortalama yaş ve kuru ağırlık değerindeki verim Y1 konusunda sırasıyla 72.91 g ve 48.10 g olarak elde edilmiştir. Ayrıca yapılan gruplandırmada Y4, Y3 ve Y2 konuları aynı grupta yer alırken, Y1 farklı bir grupta yer almıştır.

Tuzluluk konuları içerisinde en yüksek ortalama yaş ağırlık değerindeki verim T2 konusunda 102.49 g olarak elde edilirken, en düşük ortalama yaş ağırlık değerindeki verim T3 konusunda 76.52 g olarak elde edilmiştir. Ancak ortalama kuru ağırlık değerinde verim, tuzluluk düzeylerin %5 lik önem seviyesinde etkili olmamıştır. Ayrıca yapılan gruplandırmada T1 her iki grubu da temsil ederken T2 ve T3 ayrı gruplarda yer almıştır.

Sulama suyu tuzluluğu ve yıkama gereksinimi konularının interaksion etkisinin önemli çıkmasının anlamı, konuların düzeyleri arasındaki karşılıklı etkileşimidir. Bir başka deyişle sulama suyu tuzluluk düzeyleri ile yıkama gereksinimi konularının düzeyleri birbirlerini karşılıklı olarak etkilemektedir.

5. SONUÇ

Araştırmada farklı kalitedeki sulama sularının değişik miktarlarda kullanılmasının yonca bitkisine, toprak profilindeki tuz değişimine ve drenaj suyu kalitesine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüş ve elde edilen sonuçlar üzerinde değerlendirilme yapılmıştır.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre elde edilen verilerde yonca bitkisine ilişkin sonuçlara baktığımızda; farklı sulama suyu miktarının yoncada vegetatif gelişme üzerinde etkili olduğu, tuzluluk seviyesinin artması ile gelişmenin yavaşladığı ve hasat sonrası alınan yaş ve kuru ağırlık değerlerinin ise azaldığını göstermektedir. Ancak yıkama ile birlikte hem tuzluluk seviyesinde hemde bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde artış olduğu görülmüştür.

Toprak tuzluluğuna ilişkin sonuçlara baktığımızda ise başlangıç toprağı profilindeki tuzluluk değeri, tuz konsantrasyonu yüksek sularla sulama yapılan konularda, toprak tuzluluk değerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Öyle ki başlangıç toprağında ölçülen tuzluluk değeri 0.19 dS/m iken, konular içerisinde en yüksek tuzluluk değeri 2.35 dS/m olarak T3 konulu sulama suyu ile sulanan toprakta elde edilmiştir. Ayrıca yüksek tuzluluk seviyesi ile sulanan sularda yıkama oranı arttıkça toprak tuzluluk değeri düşme eğilimi göstermiştir.

Sulama sularına ve drenaj sularına ilişkin yapılan analizler sonucunda ise uygulanan farklı sulama sularının ve drenaj sularının kimyasal özellikleri karşılaştırıldıklarında drenaj sularında ölçülen elektriksel iletkenlik sulama sularının elektriksel iletkenliklerine oranla daha yüksek çıkmaktadır.

Sonuç olarak söylenecek olunursa yonca yetiştiriciliği açısından verim ve biokütlenin yüksek olması nedeniyle sulama suyu kalitesi 1.5 dS/m'den yüksek olan sular kullanılmamalıdır. Daha yüksek tuzlu suların kullanılması durumunda da verim ve biokütle azalmasını göz önüne alarak sulama suyuna ayrıca yıkama suyu eklenmelidir.

Ayrıca yetiştiriciliğin yapılacağı toprağında kimyasal özelliklerini göz ardı etmemeliyiz. Öyle ki yapılan bu araştırmada da anlaşıldığı gibi yetiştiriciliğinin yapıldığı toprağın içerdiği iyonların miktarı düşük olursa uygulanan tuzluluk düzeyi ( zellikle 1.5 dS/m) topraktaki iyon açığını kapatacağı için bir yerde gübre etkisi göstererek verim ve biok tlede artışa neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept of Agrie, No.60, USA.
- Ayers, R. S. and Westcott, D. W. 1985. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. S 174.
- Ayyıldız, M. 1976. Sulama Suyu, Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No.636, Ankara.
- Bernstein, L. 1958. Salt Tolerance of Grasses and Forage Legumes. USDA-Info Bull: 194. 7 s.
- Bernstein, L. 1959. Salt Tolerance of Vegetable Crops in the West. USDA- info. Bull: 205; 5 s.
- Bernstein, L. 1964. Salt Tolerance of Plants. USDA- info. Bull:283; 23 s.
- Boumans, J. H., Van Hoorn, J. W., Kruseman, G.P and Tenvar, B. S. 1988. Water Control, Reuse and Disposal of Drainage Waterin Haryana. Agric. Water Mangement. 14: 537-545
- Bouyoucous, G. J. 1951. Arecalibration of the Hydrometre Method for making mechanical analysis of soil. Argon. J. 43: 434-438.
- Bower, C. A. and Wilcox, L. V. 1965. Soluble salt methods of soil analysis. Methods of soil analiysis. Part 2. Am. Soc. Argon. No.9, P. 933-940. Madison, Wisconsin, USA.
- Christiansen, J. E., Olsen, E. C. and Willardson, L. S. 1977. Irrigation water quality evaluation, J. Irrig and Drain. Div. ASCE. 103 (IR2): 155-169.
- Çizikçi, S. 1997. Değişik Tuzluluk, SAR ve Ca:Mg Oranlarına Sahip Sulama Sularının Ispanak Bitkisinin Çimlenme ve Verime Olan Etkileri. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Dabah, H., Mustafa, M. A. and Abdelrahman, H. A. 1988. Internittent Evaporation, Moisture Distritubition and Salt Redistribution Through Saline-Sodic Clay Soil as Effected by Irrigation Frequency and Quantity. Soil Science, Vol. 146 (1), s 168-175
- Diker, K. 1992. Tuzlu Suların Sulamada Kullanımı; Değişimli Su Uygulama Modelleri. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Yayınları. Master Tezi, Adana

- Doneen, L. D. 1959. Evaluating the quality of irrigation waters in ventura country. State dept. Water resources bull. 75. Vol. II, F1-F33.
- Erözel, Z. 1993. Sulama Suyu Kalitesinin Kuru Fasulye Verimine Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1333. Bilimsel Araştırma ve İnceleme, Ankara.
- Erözel, Z. ve Öztürk, A. 1996. Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Düzeyleri ve Taban suyu Derinliklerinin Havuç Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt No:2, Sayı No:3, Ankara.
- FAO, 1989. Water Quality for Agriculture, Salinity Effects on Crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations 29 Rev. Rome. S 15-21 ve s 29-30.
- Frenkel, H. and Shamberg, I. 1975. Chemical and Hydraulic Changes in Soils Irrigated with Brackish Water under Cotton Production Proc. International Symposium on Irrigation with Brackish Water, Beer Sheva, Israel. Negev Pres. S 175-183.
- Hamdy, A. 1996. Use of Unconventional Water Resources as a Fresh Water Saving Practice Proc. of 16th Congress on Irrigation and Drainage, ICID and CIHEAM-IAM-B. Cairo, Egypt.
- Hamdy, A. 1988. Research Work at Bari Institute for Re-use of Low Quality Water and its Impact on Soil and Plants. International Saminar 16-21 January Egypt.
- Hamdy, A. 1990. Saline Irrigation Practices, Leaching Management. Proceeding of the Water and Wastewater. Conference 24-27 April 90, Barcellona, Spain.
- Hamdy, A. 1995. On Farm Sustainable Use of Saline Water in Irrigation: Mediterranean Experiences. 5-8 October, Hammamet, Tunisia.
- Hoffman, G.J., Rhoades, J., Letey, J. and Sheng, F. 1990. "Salinity Management" in Management of Farm Irrigation Systems. Edited by G.J.Hoffman, Howell, T.A. ve Solomon, K.H. ASAE Monograph, ASAE St. Joseph, Michigan. S 667-715.
- Kaçar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: II. Bitki analizleri, A. Ü. Zir. Fak. Yay. No: 453. Uygulama Kılavuzu. No: 155, 646 s, ANKARA.
- Kamber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O. 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları Ç.Ü. Zir. Fak. Yayınları. Genel Yayın No.21 Ders Kitabı. Yayın No.6., Adana.
- Keren, R. and Shanberg, I. 1978. Irrigation with Sodic and Brackish Water and Effect on Soil and on Cotton Fields. Hassade, Israel. 58: 963-976.

- Kovda, V. A. 1978. "Arid Land Irrigation and Soil Fertility. Problems of Salinity, Alkalinity, Compaction". In *Arid Land Irrigation in Developing Countries. Environmental Problems and Effects*. Edited by E. B. WORTHINGTON, Pergamon Pres, Oxford, England.
- Mass, E. W. 1984. *Salt Tolerance of Plants. The Handbook of Plant Science In Agriculture*. B.R. Cristle (Ed): CRC Pres, Boca Raton, Florida
- Miyamoto, S., Riley, T., Gobran, G. and Petticrew, J. 1986. Effect of Saline Water Irrigation on Soil Salinity, Pecan Tree Growth and Nut Production. *Irrigation Science*, 7.
- Mizrahi, Y. and Pasternak, D. 1985. Effect of Salinity on Quality of Various Agricultural Crops. *Plant and Soil* 89: 301-307 pp.
- Oğuzer, V. Kanber, R. ve Eylen, M. 1983. Değişik Düzeylerde Tutulan Tuzlu Taban Sularının Bir Ekim Dizisi İçerisindeki Bitkilerin Verimlerine ve Toprakta Tuz Birikimine Etkilerinin İncelenmesi. *Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana.
- Oğuzer, V. ve Yarpuzlu, A. 1992 a. Buğday Bitkisinde Gelişim Devrelerinde Taban Suyunda Olacak Seviye Değişikliğinin Verime Etkisi. *TUBİTAK-TOAG IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri*. 24-26 Haziran 1992, Erzurum. S 260-264.
- Oğuzer, V. ve Yarpuzlu, A. 1992 b. Soya Bitkisinin Gelişim Devrelerinde Taban Suyu Seviyesinin Alçalmasının Bitki Verimine Etkisi. *TUBİTAK-TOAG IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri*. 24-26 Haziran 1992, Erzurum. S 230-235.
- Pasternak, D., De Malach, Y. and Borovich, J. 1984. Irrigation with Brackish Water under Desert Conditions. I. Problems and Solutions in Production of Onions. *Agricultural Water Management*. 9: s 225-235.
- Rhoades, J. D. 1972. Quality of Water for Irrigation. *Soil Science*, 113, 277-284.
- Rhoades, J. D., Ingvalson, R.D., Tucker, J.M. and Clark, M. 1973. Salt in Irrigation Drainage Water. 1. Effects of Irrigation Water Composition, Leaching Fraction and Time Of Year On the Salt Compositions of Irrigation Drainage Waters. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 37: s 770-774.
- Rhoades, J. D., Oster, J. D., Ingvalson, R. D., Tucker, J. M. and Clark, M. 1974. Minimizing the Salt Burdens of Irrigation Drainage Water *S. J. Environ. Qual.* 3: 37: 311-316.

- Rızk, T.Y., Al Hasan, A.M., El Tekait II, R.A. and Alawı, B.J. 1978. Effect of salinity on germination and seedling vigor of some annual medics *Medicago* spp. *Mesopotamia Journal of Agriculture* 13(2): 105-121.
- Shalhevet, J. and Kamburov, J. 1976. Irrigation and Salinity Worldwide Survey. Int. Common Irrigation and Drainage. New Delhi, India.
- Shalhevet, J., Heuer, B. and Meiri, A. 1983. Irrigation Interval as a Factor in the Salt Tolerance of Eggplant. *Irrigation Science*, 4; s 83-93.
- Soifer, S. Y. 1986. Irrigation water quality requirements. *Water international*. 12 (1): 15-18.
- Somani, L. L. 1991. Crop Production with Saline Water. Agro Botanical Publishers, S. 305. India.
- Van Der Molen, W. H. and Van Horrn, J. W. 1976. The Salt Balance and Leaching Requirement Irrigated Soils. Int. Inst. For Land Recl. And Imp. Wageningen. 25 s.
- Yurtseven, E. ve Baran, H. Y. 1997. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Yıkama Gereksinimi Oranlarının Brokolinin (*Brassica Oleracea Botrytis*) Gelişme ve Verimi Üzerine Etkileri.
- Yurtseven, E., Çaycı, G., Sevimay, C. S., Öztürk, A., Parlak, M. ve Yalçın, L. 2002. Tuzluluk ve su miktarlarının Macar fiğı (*Vicia pannonica*, Crantz) verimi ve toprak tuzluluğuna etkisi: I.Yıkama uygulanmayan koşul. A.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 8(1):1-6.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. ve Ayan, B. 1996. Sulama suyu tuzluluğunun biberde (*Capsicum annuum*) farklı gelişme dönemlerinde bazı verim parametrelerine etkisi. A.Ü.Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2):5-9.
- Yurtseven, E. ve Bozkurt, D. O. 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt No:3, Sayı No:2, Ankara.
- Yurtseven, E. ve Sönmez, B. 1995. Değışik Tuzluluk ve SAR Değerlerine Sahip Suların Toprak Tuzluluğu ile Domates Bitkisinin Gelişimine ve Verimine Olan Etkileri, Toprak ve Gübre Araş. Md. Yayınları, Genel Yay. No: 202, Ankara

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğba BULUT

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 21.02.1984

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Kanuni Lisesi (2001)

Lisans : Ankara Üniversite Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama (2007)

Y.Lisans :Ankara Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama
Anabilim Dalı (Eylül 2007-Ocak 2011)

Çalıştığı Kurum:

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü – 2008

Yayınları:

Taş, İ., Aküzüm, T., Öztürk, A., **Bulut, T.** 2008. Artificial Recharge of Groundwater. Grand Water And Aridity in Konya Enclosed Basin Symposium. 11-12 September 2008. KONYA.

Özkay, F., Taş, İ., **Bulut, T.** Yenici, C., Yaşar. B., 2008. Atık Su Bertarafında Kullanılan Sulak Alanların Çevresel Etkileri Ve Sulamada Kullanım Olanakları. AB Sürecinde Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu. 27-28 Kasım 2008. ADANA.