

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI PROLİN İÇERİĞİNE SAHİP TUZLU SULARIN MISIR BİTKİSİNİN
ÇİMLENME VE ÇIKIŞINA ETKİSİ**

Ceren AYVAZ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANA BİLİM DALI

**ANKARA
2014**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ceren AYVAZ tarafından hazırlanan “**Farklı Prolin İçeriğine Sahip Tuzlu Suların Mısır Bitkisinin imlenme Ve ıkışına Etkisi**” adlı tez çalışması 11/04/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/ ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. M. Fatih SELENAY
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

12.04.2014

Ceren AYVAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI PROLİN İÇERİĞİNE SAHİP TUZLU SULARIN MISIR BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE ÇIKIŞINA ETKİSİ

Ceren AYVAZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Sulama suyu tuzluluğu, bitki gelişmesine doğrudan etkili olabildiği gibi topraktaki osmotik basıncı arttırarak fizyolojik kuraklığa neden olması ve toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmesi sonucunda dolaylı olarak da bitki gelişmesini etkilemektedir. Bitkiler tuzluluğa karşı farklı düzeylerde dayanım gösterirler. Aynı bitki çeşidinin varyeteleri arasında bile tuzluluk yönünden farklı dayanım limitleriyle karşılaşabilmektedir.

Günümüzde yeterli miktar ve kalitede sulama suyu bulmak giderek zorlaştığı için, yetiştiriciler tarımsal üretim için düşük kalitedeki suları kullanmak zorunda kalmaktadırlar. Düşük kalitedeki su kullanımı verimi etkilemekte, bazen de hiç verim alınamamasına neden olabilmektedir. İnsanlığın gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için yüksek verim alınması gerekmektedir. Bu sebeple yapılan bir çok çalışma mevcuttur.

Bitkiler su ve tuz stresi koşulunda prolin salgılayarak susuzluğa ve tuzluluğa karşı dayanım sağlamaya çalışırlar. Bu çalışmada yapay yöntemlerle elde edilmiş 4 farklı tuzluluk düzeyi (0.25, 2.00, 4.00, 6.00 dS/m) ve 4 farklı prolin konsantrasyonuna (0, 25, 50, 100 ppm) sahip sulama sularının, sera koşullarında faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak mısır bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda; bitkinin tuzluluğa karşı direncinin artıp artmadığı, çimlenme, çıkış ve fide oluşum periyodlarında gösterdiği etkiler, ortaya çıkabilecek değişiklikler, kuru madde miktarı ve fiziksel kalite bakımından değişimleri değerlendirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, denenen dört prolin uygulamasının istatistiksel anlamda verimi etkilemediği, buna karşın konulara uygulanan su çözeltilisinin elektriksel iletkenlik (EC) düzeyi arttıkça verimin azaldığı saptanmıştır.

Bitki özelliklerine ilişkin olarak incelenen bitki boyu, bitki çapı, bitki su tüketimi değerlerinin prolin uygulamaları yönünden konular arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı ancak bitkide kuru madde ve toplam kül miktarlarında konular üzerindeki etkilerinin birbirinden farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, tuzluluk uygulamalarının ise bitkide toplam kül miktarı ve hasat sonrası toprak pH değerleri dışında tüm araştırılan özellikler üzerine birbirinden farklı etkiler gösterdiği saptanmıştır.

Nisan 2014, 77 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, Prolin, Sulama Suyu, Mısır, Çimlenme, Çıkış

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF SALINE IRRIGATION WATER CONTAINS DIFFERENT PROLINE CONCENTRATIONS ON CORN GERMINATION AND SEEDLING

Ceren AYVAZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Salinity of irrigation water has a direct impact on plant development and also by increasing osmotic pressure of soil it causes physiological drought and as a result of changing the physical and chemical properties of soils. It has an indirect effect on plant development. Plants show different degrees of tolerance for salinity. Even among the varieties of the same plant species, different limits of tolerance in terms of salinity can be seen.

Today since it is becoming increasingly difficult to find sufficient quantity and quality of irrigation water, producers have to use insufficient quality of water for agricultural production. This situation affects the yield and sometimes it causes not to get yield. In order to meet the food requirements of people high yield is required. There are a lot of studies related to this issue.

Under stress conditions of water and saline, plants synthesize proline to resist toward drought and salinity. In this study, under greenhouse conditions in factorial arrangement with 3 replications. Irrigation waters which have 4 different salinity levels (0.25, 2.00, 4.00, 6.00 ds/m) and 4 different proline concentrations (0, 25, 50, 100 ppm) obtained by artificial methods, and used for corn plant was breded, below situations will be evaluated; Whether plant resistance to salinity increases, the effects on periods of germination, emergence and seedling, the changes which may occur, the changes related to the quantity of dry matter and the physical quality.

According to the findings obtained from the study, the 4-proline application doesn't have a significant effect on efficiency statistically, on the other hand it was found that yield decreases when the level of electrical conductivity (EC) of the applied solution of water increases.

In terms of proline applications, the values of plant height, plant diameter, plant water consumption considering plant characteristics don't create any statistically significant difference between treatments, but it was found that the effects on the treatments have different characteristics considering the quantities of dry matter and total ash on the plant. According to the findings, it was found that the salinity applications show different effects on all the characteristics which are studied, except the quantity of total ash on plant and the pH values of the soil after harvesting.

April 2014, 77 pages

Key Words: Salinity, Proline, Irrigation Water, Corn, Germination, Seedling

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında ilgisi, anlayışı ve desteği ile yanımda olan, sorularıma ve sorunlarıma sabırla cevaplar ve çözümler sunan, çalışmalarım sırasında yaptığı yönlendirmelerle zorluklarımı kolaylaştıran, olumlu ve olumsuz tüm yorumlarıyla çalışmama daha sıkı sarılmama sağlayan, bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık tutan sayın danışmanım Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK' e;(Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı)

Araştırmalarım sırasında değerli fikirlerinden yararlandığım, kaynak araştırmalarım da bana yardımcı olan hocam Prof. Dr. Zeki ERÖZEL' e; (Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı)

Araştırmam boyunca sera ve laboratuvar çalışmalarım da, sabırla bana yardımcı olan ve bilgilerini paylaşan arkadaşım Araş.Gör. Sertan AVCI' ya;

Hayatımın her anında varlığıyla bana güç vermiş olduğu gibi deneme kurma ve sera çalışmalarımın her aşamasında da yanımda olan; zorlandığım her işin bir ucundan tutan, her an yardımına yetişen, ihtiyaç duyduğum her ekipmanı bana ulaştıran babam Fatin ŞERİFOĞLU' na;

Sera çalışmalarım da birçok kez bana eşlik eden, yaz demeden sıcak demeden yanımda olup işlerime yardım eden, benimle ter döküp, yorulan, kardeşim Mert ŞERİFOĞLU, annem Oya ŞERİFOĞLU' na;

Sera çalışmalarımın son evresindeki ağır işlerimi benimle ilgi ve sevgiyle paylaşan, kolaylıklar üreten, yardımcı olan babam Şakir AYVAZ' a;

Çalışmam süresince bana hep destek olan, anlayışıyla, yardım ve yönlendirmeleriyle her zaman en büyük desteğim olan annem Necef AYVAZ' a ve eşim Onur AYVAZ' a;

Sera ve laboratuvar çalışmalarım da yardımlarıyla yanımda olan arkadaşım Beren TÜMER ve kuzenim Gülfem GÖNCÜ' ye;

Üniversiteme, bölümüme, diğer tüm hocalarıma ve bölüm çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ceren AYVAZ
Ankara, Nisan 2014

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1 Materyal	14
3.1.1 Araştırma yerinin tanıtılması	14
3.1.2 Kullanılan toprak özellikleri	14
3.1.3 Bitki özellikleri	15
3.1.4 Sulama suyu özellikleri	20
3.1.5 Denemede kullanılan kimyasal maddeler	20
3.1.6 Denemde kullanılan lizimetreler	20
3.1.7 Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar	21
3.2 Yöntem	23
3.2.1 Deneme düzeni	23
3.2.2 Konular	25
3.2.3 Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler	27
3.2.3.1 Lizimetrelerin oluşturulması	27
3.2.3.2 Uygulanan tarım tekniği	28
3.2.3.3 Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi	30

3.2.4 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	31
3.2.4.1 Bitki analizleri	31
3.2.4.2 Toprak tuzluluk analizleri	34
3.2.4.3 Sulama suyu kalite analizleri	37
4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA	38
4.1 Bitki Özelliklerine İlişkin Bulgular	38
4.1.1 Toplam biyokütleyle ilişkin bulgular	38
4.1.2 Bitki boyuna ilişkin bulgular	41
4.1.3 Bitki çapına ilişkin bulgular	44
4.1.4 Bitkide % kuru madde değişimine ilişkin bulgular	46
4.1.5 Toplam kül miktarına ilişkin bulgular	48
4.1.6 Mevsimlik su tüketimine ilişkin bulgular	50
4.1.7 Bitki çıkış oranlarına ilişkin bulgular	52
4.2 Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular	53
4.2.1 Hasattaki toprak tuzluluğuna(EC) ilişkin bulgular	54
4.2.2 Hasattaki toprak pH' sına ilişkin bulgular	56
4.2.3 Topraktaki sodyum (Na) birikimine ilişkin bulgular	57
4.2.4 Topraktaki kalsiyum (Ca) birikimine ilişkin bulgular	60
4.2.5 Topraktaki magnezyum (Mg) birikimine ilişkin bulgular	62
4.2.6 Topraktaki klor (Cl) birikimine ilişkin bulgular	64
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
5.1. Öneriler.....	70
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
Cl	Klor
dS	Desisiemens
dS/m	Desisiemens/metre
ECe	Toprak saturasyon ekstraktı tuz konsantrasyonu
ECw	Sulama suyu tuz konsantrasyonu
F	F testi değeri
g/liz	Gram olarak bir lizimetreden alınan verim
K	Potasyum
K.T.	Kareler toplamı
K.O.	Kareler ortalaması
Mg	Magnezyum
MgCl ₂	Magnezyum klorür
mM	Milimolar
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NO ₃	Nitrat
P	Olasılık yüzdesi
P ₁	Prolin içermeyen araştırma konusu
P ₂	P=25 ppm olan konu
P ₃	P=50 ppm olan konu
P ₄	P=100 ppm olan konu
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu (-) logaritması
ppm	Milyonda bir kısım

SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
S.D.	Serbestlik derecesi
T	Sulama suyu kalite konuları
T ₁	Ec _w =0.25 dS/m olan konu
T ₂	Ec _w =2 dS/m olan konu
T ₃	Ec _w =4dS/m olan konu
T ₄	Ec _w =6 dS/m olan konu
TK	Tarla kapasitesi
V.K.	Varyasyon kaynağı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Denemenin yürütüldüğü sera.....	14
Şekil 3.2 Denemede kullanılan saksılar.....	21
Şekil 3.3 Denemenin çeşitli aşamalarında kullanılan yardımcı ekipmanlar.....	22
Şekil 3.4 Serada kurulan deneme düzeni.....	23
Şekil 3.5 Farklı konsantrasyonlara sahip suların hazırlanışı.....	25
Şekil 3.6 Saksıların hazırlanış aşamaları	27
Şekil 3.7 Ekimi yapılan mısır tohumları.....	28
Şekil 3.8 Fide yetiştirme döneminde sera düzeni.....	29
Şekil 3.9 Serada yapılan sulama uygulamaları.....	30
Şekil 3.10.a.b Hasat sonrası bitki boyu ölçümleri.....	31
Şekil 3.11 Hasat sonrası bitki yaş ağırlık tartımları	32
Şekil 3.12 Bitki örneklerinin 70°C lik fırında kurutulması ve kuru ağırlık tartım işlemleri.....	32
Şekil 3.13.a.b.c Kurutulmuş bitkilerden alınan örneklerin 550°C'lik fırında yakılması ve elde edilen kül miktarının tartımı.....	33
Şekil 3.14 Toprak örneklerinden saturasyon çamuru elde edilmesi.....	34
Şekil 3.15 Elde edilen saturasyon çamurlarından ekstrakt elde edilmesi.....	35
Şekil 3.16 Toprak ekstraktlarında Anyon-Katyon analizi	36
Şekil 4.1 Sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkisi.....	39
Şekil 4.2 Sulama suyu tuzluluğu-verim regresyon ilişkisi.....	40
Şekil 4.3 Sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi.....	42
Şekil 4.4 Sulama suyu tuzluluğu-bitki çapı ilişkisi.....	44
Şekil 4.5 Sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru madde miktarı ilişkisi.....	47
Şekil 4.6 Sulama suyu tuzluluğu-bitkide toplam kül miktarı ilişkisi.....	49
Şekil 4.7 Sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi.....	51
Şekil 4.8 Farklı sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği-bitki çıkış oranı ilişkisi.....	53
Şekil 4.9 Farklı sulama suyu tuzluluğu-toprak EC değeri ilişkisi.....	54
Şekil 4.10 Farklı sulama suyu tuzluluğu-toprak pH değeri ilişkisi.....	57
Şekil 4.11 Farklı sulama suyu tuzluluğu-Na birikimi ilişkisi.....	58
Şekil 4.12 Farklı sulama suyu tuzluluğu-Ca birikimi ilişkisi.....	61
Şekil 4.13 Farklı sulama suyu tuzluluğu-Mg birikimi ilişkisi.....	63
Şekil 4.14 Farklı sulama suyu tuzluluğu-Cl birikimi ilişkisi.....	65
Şekil 5.1 T ₁ P ₁ -T ₂ P ₁ -T ₃ P ₁ -T ₄ P ₁ konuları arasında görsel karşılaştırma.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Bitkilerde tuzluluğa dayanım sınıfları.....	18
Çizelge 3.2 Bazı kültür bitkilerinin tuz toleransı.....	19
Çizelge 3.3 Araştırma konuları.....	26
Çizelge 3.4 Konu içerikleri.....	26
Çizelge 4.1 Araştırmada elde edilen verim değerleri.....	39
Çizelge 4.2 Araştırmadan elde edilen verimlerin varyans analizi.....	40
Çizelge 4.3 Elde edilen verimler için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	41
Çizelge 4.4 Araştırmadan elde edilen bitki boyları.....	42
Çizelge 4.5 Araştırmadan elde edilen bitki boylarına ilişkin varyans analizi.....	43
Çizelge 4.6 Elde edilen bitki boyları için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	43
Çizelge 4.7 Araştırmadan elde edilen bitki çapları.....	44
Çizelge 4.8 Araştırmadan elde edilen bitki çaplarına ilişkin varyans analizi.....	45
Çizelge 4.9 Elde edilen bitki çapları için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	45
Çizelge 4.10 Araştırmadan elde edilen bitki kuru madde değerleri.....	46
Çizelge 4.11 Elde edilen bitki kuru madde miktarına ilişkin varyans analizi.....	47
Çizelge 4.12 Elde edilen bitki kuru madde miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	47
Çizelge 4.13 Araştırmadan elde edilen bitki toplam kül miktarına ilişkin değerler.....	48
Çizelge 4.14 Araştırmadan elde edilen bitki toplam kül miktarına ilişkin varyans analizi.....	49
Çizelge 4.15 Elde edilen bitki toplam kül miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	49
Çizelge 4.16 Yetiştirme periyodunda elde edilen su tüketimi değerleri.....	50
Çizelge 4.17 Araştırmadan elde edilen bitki su tüketim miktarına ilişkin varyans analizi.....	51
Çizelge 4.18 Elde edilen ortalama bitki su tüketimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	51
Çizelge 4.19 Sayım tarihlerine göre eklemeli olarak hazırlanan bitki çıkış sayılarına ilişkin değerler.....	52
Çizelge 4.20 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak tuzluluğuna ilişkin değerler.....	54
Çizelge 4.21 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak tuzluluğuna ilişkin değerlerin varyans analizi.....	55
Çizelge 4.22 Elde edilen toprak tuzluluğu değerleri için sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği interaksyonu Duncan Testi.....	55
Çizelge 4.23 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak pH sına ilişkin elde edilen değerler.....	56

Çizelge 4.24 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak pH sına ilişkin değerlerin varyans analizi.....	57
Çizelge 4.25 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Na birikimine ilişkin elde edilen değerler.....	58
Çizelge 4.26 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Na birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi.....	59
Çizelge 4.27 Elde edilen toprakta Na birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	59
Çizelge 4.28 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Ca birikimine ilişkin elde edilen değerler.....	60
Çizelge 4.29 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Ca birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi.....	61
Çizelge 4.30 Elde edilen toprakta Ca birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	62
Çizelge 4.31 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Mg birikimine ilişkin elde edilen değerler.....	62
Çizelge 4.32 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Mg birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi.....	63
Çizelge 4.33 Elde edilen toprakta Mg birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	64
Çizelge 4.34 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Cl birikimine ilişkin elde edilen değerler.....	65
Çizelge 4.35 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Cl birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi.....	66
Çizelge 4.36 Elde edilen toprakta Cl birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan Testi.....	66

1. GİRİŞ

Toprak ve su kaynakları ülkelerin en önemli doğal zenginlikleri arasında yer alır. Toplumların sosyo-ekonomik kalkınmalarında, söz konusu kaynakların geliştirilerek akılcı kullanımının büyük önemi bulunmaktadır. Su, canlılar için vaz geçilmez bir doğal kaynaktır; eksikliğinde bitkisel üretim önemli ölçüde kısıtlanmaktadır.

Dünya nüfusunun artışı halen kontrolsüz olarak devam etmektedir. Buna karşılık pek çok ülkede, sulanabilir nitelikteki alanların ve sulamada kullanılacak su potansiyelinin tümü kullanım halindedir. Başka bir deyişle pek çok ülke için sulamaya açılacak pek çok alan ya da sulama amacıyla kullanılacak başka bir taze su kaynağı bulunmamaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda, yeni alanların sulamaya açılmasını kısıtlayan en büyük etmenlerden bir tanesi, daha fazla iyi kalitede su kaynağının bulunmamasıdır. Artan nüfus ile ortaya çıkan gereksinimlerin karşılanması amacıyla daha önce sulamada kullanılmayan daha düşük kalitedeki suların kullanılmasının gerekliliği gündeme gelmektedir. Aynı zamanda büyük sulama proje alanlarında sulamadan dönen suların kullanımı da gün geçtikçe daha fazla gündeme gelmektedir. Bütün bu nedenlerden ötürü de tüm dünyada daha düşük kalitedeki suların kullanılması halinde karşılaşılabilecek sorunlar ve çözüm yolları ile ilgili olarak araştırmalar tüm hızıyla devam etmektedir (Yurtseven 2001).

Tarımda esas amaç verimde artışı sağlamaktır. Verim artışını sağlayan en önemli girdilerden birisi ise sulamadır. Diğer girdiler sabit tutulduğunda, sadece sulama ile verim önemli ölçüde arttırılabilmektedir. Ancak sulama suyu ile birlikte, suda erimiş halde bulunan katı maddelerin yani tuzların varlığını ve etkilerini de göz önünde bulundurmak gerekir. Bu tuzların miktar ve cinsi, sulama suyunun kalitesini belirler. Günümüzde, dünyadaki yerüstü ve yeraltı su potansiyeli açısından yeterli miktarda kaliteli su bulunmaması, ikinci derecedeki daha düşük kaliteli suların kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Düşük kaliteli sulama suları ile yapılan çalışmaların çoğu bitkisel üretime olan talebin, üretim arzından fazla olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılmıştır (Rhoades vd. 1992).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde elverişli sular yetersiz kaldığından dolayı, bu bölgelerde bulunan düşük kaliteye sahip sular kullanılmaktadır. Fakat niteliği az ya da tuzlu olan bu suların kullanılması, toprakta zaman içinde tuzun birikmesine ve tuzluluk sorunuyla karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda ise ürünün verim ve kalitesinde düşüşler meydana gelmektedir.

Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli faktör, kök bölgesinde bulunan yarayışlı suyun eksikliğidir (Lal 1991, Falkenmark ve Rockström 1993). Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulanan alanların genişlemesi ve suyun etkin kullanımının gelecekte daha fazla gıda üretimi sağlayacağı ve bu koşulun bir sonucu olarak artan nüfusa da bağlı olarak dünyada suya olan istemin de önemli ölçüde artması beklenmektedir (Yudelman 1994).

Ancak, su kullanımındaki artış, çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Örneğin, yeraltı su kaynakları tükenmekte, diğer su ekosistemleri kirlenmekte ve bozulmakta; ayrıca sulu tarımda birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, yenilenebilir bir doğal kaynak sayılan su, sınırlı alanlarda bu özelliğini kaybetmek gibi çok tehlikeli bir özellik kazanmaktadır. Açıklanan durumun bir sonucu olarak, yeni su kaynaklarının sağlanması ve geliştirilmesi, çok pahalı hatta olanaksız hale gelmektedir (Anonymaus 2004).

Öte yandan, tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yöntemi altında ve zayıf drenaj koşullarında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi vd. 1995). FAO'nun araştırmalarına göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı "sessiz düşman" olarak tanımlanan "tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde göllenme" tehdidi altındadır.

Tuzluluk ülkemiz ve dünya topraklarında oldukça önemli bir sorundur. Sulamada kullanılan yerüstü ve yeraltı sularının tamamı bünyelerinde erimiş halde tuzları bulundurur. Bitkilerde tuz stresi, üretimi etkileyen önemli kısıtlayıcı çevresel bir faktördür. Ekonomik öneme sahip bitkilerin birçoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları kısıtlı olmakla birlikte verimde de önemli düşüşler gözlenmektedir.

Tarımı yapılan kültür bitkilerinin tümü tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken bazı bitkiler daha dayanıklıdır. Dayanıklı bitkiler, tuzlu topraklarda su gereksinimlerini karşılamak amacıyla ozmotik etkiye karşı daha fazla güç geliştirebilen bitkilerdir.

Bitkilerin tuza dayanımlarının incelenmesi, özellikle tuzluluğun belirli bir düzeyin altına düşürülmediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi açısından önemlidir.

Bitkiler hareketsiz olduklarından dolayı istenmeyen çevresel koşullara maruz kalmaktadırlar. Ekstrem sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, elektromagnetik alan, besin, metal toksisitesi, kirlilik ve patojenler, bitki büyümesi, gelişmesi ve ürün verimliliğini önemli şekilde etkilemektedir. Bu istenmeyen çevresel koşullar gerçek ve potansiyel ürün verimi arasında %70'e varan kayba neden olabilmektedir. Bununla birlikte, bitkilerin ekstrem çevresel koşullarını tolere edebilme yeteneklerinde çarpıcı genetik farklılıklar gözlenmektedir.

Bu çalışmada, tohumdan yetiştirilen mısır bitkisine 4x4 faktöriyel deneme düzeninde, farklı konsantrasyonlarda prolin içeriğine sahip tuzlu sulama suları uygulanmış olup, bitkinin çimlenme, çıkış ve fide oluşum dönemlerindeki gelişimleri incelenmiştir.

Prolin, bitkide stres meydana gelmesi halinde salınımı yapılan, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması için oluşan, bitkide indikatör görevi gören ve suda çözünebilen bir aminoasittir. Bitkiler su ve tuz stresi koşulunda prolin amino asidini salgılayarak susuzluğa ve tuzluluğa karşı dayanım sağlamaya çalışırlar. Doğada prolin salgılama yeteneği fazla olan bitkilerin su ve tuz stresine dayanımının daha fazla olduğu bilinmektedir.

Çalışmanın amacı, farklı konsantrasyonlarda tuz içeren sulama sularına karıştırılan farklı dozlarda prolinin sulama uygulamasıyla bitkiye verilmesinin bitkinin tuz stresine olan direncini etkileyip etkilemediğinin araştırılmasıdır. Bitki kendi salgıladığı prolin amino asidinden sağladığı yararı, sulama suyu ile birlikte verilmiş olan prolinle de sağlayabilir mi? Bu araştırmada bu sorunun cevabına yönelik bulgular saptanmış ve

Çalışma sonucu görsel veriler, elektriksel iletkenlik, pH, anyon ve katyon analizleriyle sonuçlandırılmıştır.

Bu alışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü ve Tarla Bitkileri Bölümü seralarında 2012 yılı yaz döneminde yürütülmüştür.

Giriş bölümü ile başlayan ve beş ana bölümden oluşan çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kuramsal temeller ve daha önceden yapılmış olan benzer çalışmalar incelenmiştir. nc bölümde sera ve laboratuvar çalışmalarında kullanılan materyaller ile uygulanan yöntemler aktarılmış, dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular verilerek bu bulgulara ait tablo ve grafikler sunulurak farklı yönleriyle yorum ve tartışmaları yapılmıştır. Beşinci bölümde ise araştırma sonuçları yorumlanarak öneriler sunulmuştur. Çalışmada ayrıca Türkçe ve İngilizce özetler, simgelere, şekillere ve çizelgelere ait dizinler ve kaynaklar listesi de verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Richards (1954), kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışların yetersizliğinden dolayı çözünebilir tuzların derinlere taşınmadığını, özellikle sıcak ve yağışsız dönemlerde tuzlu taban suyunun yükselerek toprak yüzeyine kadar çıkabildiğini belirtmiştir. Yüksek evaporasyon sebebiyle su, toprak yüzeyinden kaybolurken taşıdığı tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeğe yakın kısımlarda bırakmaktadır. Bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni evaporasyonun yüksek, yağışların ise yetersiz olmasıdır.

Greenways ve Munns (1980), bitkilerin tuza reaksiyonunun bitkinin gelişme dönemine, ortamdaki tuz konsantrasyonuna, bitkinin tuza maruz kalma süresine, ayrıca ışık, sıcaklık, toprak tekstürü gibi çevresel koşullara bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Rhoades (1987), El-Ashry (1991), yaptıkları değerlendirmede, sulanan alanlarda tuzluluktan dolayı ürün veriminde önemli azalmalar olduğunu vurgulamışlardır. Türkiye’de de benzer durum söz konusu olmakla birlikte sulanan alanlarda belli ölçüde tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yaşanmaktadır.

Bian vd. (1988), yaptıkları çalışmada prolinin genellikle stres koşullarında salınımı yapılan, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması için meydana gelen, indikatör görevini gerçekleştiren, suda çözünebilir bir aminoasit olduğunu ifade etmişlerdir.

Jones vd. (1989) yaptıkları çalışmada, altı farklı hıyar çeşidinin 0, 0.8, 4.0, 6.0, 9.0, 12 ve 15 dS/m olmak üzere 7 farklı tuz konsantrasyonunda gösterdikleri tepkileri incelemişlerdir. Serada gerçekleştirilen verim ve meyve kalitesi denemelerinde sonuç olarak yüksek tuz konsantrasyonunun meyve veriminde azalmaya sebep olduğu ancak meyve kalitesini etkilemediği belirtilmiştir. Ayrıca tuz konsantrasyonundaki artışla çimlenme ve kök oluşumunda gerilemeler kaydedilirken, bitki gelişiminin de olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Tuz konsantrasyonu artışıyla dokulardaki Na ve Cl iyon konsantrasyonlarında artış görülürken, K ve Mg iyon konsantrasyonlarında ise azalma meydana gelmiştir.

Rhoades (1992), sulama, sızıntılar ve yüksek taban suyu tarafından iletilen tuzlar nedeniyle tuzlu toprakların oluşumunun meydana geldiğini belirtmektedir. Dünya nüfusunun hızla artması ve bu sebeple sürekli olarak artmakta olan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için var olan tarım alanlarının daha yoğun şekilde kullanımı gerekmektedir. Yoğun arazi kullanımı ise daha fazla sulama yapılmasını beraberinde getirmektedir. Ancak daha fazla sulama suyu, toprağa bitkilerin kullanabileceğinden daha fazla tuz taşımakta ve toprak tuzluluğu artmaktadır.

Franco vd. (1993), Revigal kavun çeşidi üzerinde yaptıkları bir araştırmada kavunun farklı gelişim aşamalarında uygulanan tuz konsantrasyonuna karşı tuz stresi altındaki Revigal çeşidi kavunun çimlenme oranı, bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık değerleri ile yaprak alanı ve genişliği özelliklerindeki değişimleri gözlemlemiştir. Bunun sonucunda belirtilen tüm özellikler için azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yapraklarda biriken toksik Na ve Cl iyonlarına bağlı olarak K miktarında azalma görülmüştür. Su kültüründe yapılan çalışma sonucunda yüksek tuz konsantrasyonlarının ekonomik üretimi olumsuz etkileyeceği ve Revigal kavun çeşidinin tuz stresine orta derecede dayanıklı sınıfta olduğunu belirtmişlerdir.

Tıpırdamaz ve Karakullukçu (1993), domateste embriyo kültürü sisteminde tuz uygulanan ve uygulanmayan kontrol ortamlarında embriyo gelişimine etkiyi incelerken diğer yandan da bu kültürlerle farklı dozlarda prolin ve glisinbetain uygulaması yaparak dışarıdan verilen prolin ve glisinbetainin embriyo gelişimine etki edip etmeyeceğini araştırmışlardır. Tuz uygulanan ortamlarda embriyo gelişiminin engellendiği görülürken, tuzla birlikte besin ortamlarına prolin ve glisinbetain ilave edilmesinin embriyo gelişimi üzerine olumlu etki ettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin tuz stresine toleransı arttırmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Jacoby (1994), fizyolojik kuraklığın meydana gelmesine, tuzlu topraklarda bulunan suyun ozmotik olarak çok sıkı şekilde bağlanmış olmasının neden olduğunu belirtmiştir. Fizyolojik kuraklık olduğunda, topraktaki su miktarı bitki için yeterli düzeyde olsa da, bitki toprakta ozmotik potansiyel tarafından sıkıca tutulmakta olan suyu alamamaktadır.

Alparslan vd. (1995), Türkiye’de üretimi yapılan altı buğday ve altı çeltik çeşidinde tuz stresi şartı altında bünyelerindeki bazı elementlerin içeriklerindeki değişimleri araştırdıkları çalışmada, tuzluluğun bitki gelişimini sınırladığını belirtmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, tuzluluğun artışı Kızıltan buğday çeşidinde fosfor içeriğinde azalmaya, Tri 445 ve Kros 424 çeltik çeşitlerinde ise fosfor içeriğinde artışa sebep olmuştur. Ayrıca Gerek, Bolal ve Kıraç buğday çeşitlerinde ve Tri 445 ile Rocca çeltik çeşitlerinde tuzluluk artışıyla demir içeriğinde azalma görülürken, Çakmak, Bezostaya, Ribe ve Serhat 92 buğday çeşitleri ve Kros 424 ve Baldo çeltik çeşitlerinin demir içeriklerinde artış tespit edilmiştir.

Marschner (1995), bitkilerde tuza toleransın iki şekilde gerçekleştiğini belirtmiştir. Birincisi, tuzdan sakınım (exclusion) mekanizması ikincisi ise tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmasıdır. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip bitkiler tuzun alımını sınırlama yoluyla toksisiteyi önleme yeteneğine sahiptirler. Tuzu kabullenme mekanizmasına sahip bitkilerde ise bitkinin sodyum (Na) ve klor (Cl)’a doku toleransı göstermesi şeklinde bir mekanizma çalışmaktadır. Bitki sodyumu fazla aldığı halde, aldığı sodyumdan çok az düzeyde etkileniyor ya da hiç etkilenmiyorsa bu bitkide doku toleransından bahsedilebilmektedir.

Yurtseven ve Öztürk (1996) yaptıkları çalışmada, değişik bitkiler için hesaplanan bitki su tüketimi miktarlarının, farklı yöntemlerle uygulanması durumunda toprağa giren ve çıkan tuz miktarlarının hesaplanması yoluyla tuz dengesi hesaplamaları yapmışlardır. Araştırmada belirli toprak koşulları için farklı yöntemlerle verilen sulama sularının oluşturacağı tuzluluk süreçleri karşılıklı olarak incelenmiştir. Çalışmada, sulama amacıyla kullanılan suların iyi kalitede de olsa bünyelerinde tuz bulduklarını ve sulama ile verilen bu tuzların kök bölgesinde biriktiklerini belirtmişlerdir. Tuzluluk artışının, toprak verimliliğini ve üretkenliğini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu durumun, tarımsal açıdan olduğu kadar çevre açısından da önemli bir olgu olduğu belirtilmiş, tuzluluğun söz konusu olduğu durumlarda yetiştirilecek bitki ve uygulanacak sulama yöntemi seçimi ve sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde, sulamada tuzluluğun yönetimi açısından önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Öztürk (1997), farklı kalitede sulama suyu ve farklı taban suyu derinliklerinde havuç verimi ve toprakta yetiştirme periyodu süresince oluşan etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, beş farklı sulama suyu tuzluluğu ve üç farklı toprak derinliğiyle 5x3 faktöriyel deneme düzeninde bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda hem sulama suyu tuzluluğu hem taban suyu derinliğinin verim üzerine %1 önemlilikte etkili olduğu, sulama suyu elektriksel iletkenliği artışı ve taban suyunun yüzeye yaklaşmasıyla da verimde önemli ölçüde azalmalara yol açtığı belirlenmiştir. Ayrıca, sulama suyu kalitesinin topraktaki tuz birikimini %1 önemlilikle etkilediği, taban suyu derinliğinin ise bir önemi olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma boyunca tüm konularda tuz birikimi meydana gelmiş ve su kalitesindeki düşüş tuz birikimini arttırarak etki etmiştir.

Akıncı (1999), yaptığı çalışmada dört farklı NaCl konsantrasyonuna sahip (75, 150, 200, 250 mM) sulama suyu ile kavunda sulama gerçekleştirmiştir. Bunun sonucunda kavunda tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme oranının düştüğünü ve çimlenme süresinin ise uzadığını belirtmiştir.

Shannon ve Grieve (1999), Bitkilerde tuzluluğa bağlı stres oluşumunun, daha az yaprak meydana gelmesi, klorofil miktarının azalması, yaprak alanının küçülmesi, bitkilerin yapı olarak az gelişmesi ve küçük kalması, yaş ve kuru ağırlığın azalması, meyve kalitesinde düşme, tadın bozulması ve verimde azalmanın görülmesi şeklinde etkilere neden olduğunu belirtmektedir.

Aktaş (2002), yaptığı çalışma sonucunda sodyumun bitkide hem floem hemde ksilem iletim demetlerinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan bir element olduğunu belirtmiştir. Bu hareket kabiliyeti nedeniyle de sodyum, bitkinin her yerine ulaşabilmekte ve birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu etki daha çok yaşlı yaprak uçlarında başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerlemekte ve nekrotik lekelere dönüşmeye kadar ilerleyebilmektedir.

Matysik ve Bhalu (2002), prolinin, ozmolit olarak görev yapan bir aminoasit olmasının dışında aynı zamanda hücrelerin stabilizasyonu, sitolojik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde de etkili olan bir organik madde olduğunu belirtmişlerdir.

Borsani vd. (2003), yüksek tuz konsantrasyonuna maruz kalan bitkide Na ve Cl iyonları yapraklara zarar vermekte ve bununla birlikte besin maddelerinin taşınması sırasında sorunlara neden olmaktadır. Ayrıca, tuz stresine maruz kalan bitkilerde hücre turgorunu kaybetmekte ve suyun kimyasal aktivitesini azaltmakta ve bu da kuraklık benzeri bir etkiye neden olmaktadır. Söz konusu olan bu sorunlar ise bitkide su eksikliğine neden olmakta ve bitki büyümesini sınırlandırmaktadır.

Garca-Sanchez vd. (2003), yaptıkları çalışmada limon ağaçlarına uygulanan sulama suyunun farklı kalite ve tuzluluk düzeylerinde, meyve kalitesine, verime ve bazı mineral element içeriklerine karşı nasıl etki edeceğini araştırmışlardır. Çalışmada üç farklı iletkenlikte (1, 2.5, 4 dS/m) sulama suyu kullanmışlar ve iki yıllık bir arazi çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda, sulama suyu tuzluluğunun artmasına bağlı olarak meyve verim ve kalitesinin azaldığını; yapraklarda ise Na ve Cl iyon içeriklerinin arttığını belirtmişlerdir.

Lacerda vd. (2003), farklı iki sorgum genotipinde tuz toleransını araştırmışlardır. Bitkiler fide döneminde, 0–100 mM NaCl içeren ortamlarda tuz stresine maruz bırakılmıştır. Tuz stresinin gövde ve yaprak gelişimini azalttığı ve yapraklarda zarara yol açtığı gözlenmiştir. Yaprığın alt kısımlarındaki toksik iyon birikiminin uç kısımlarına oranla daha çok olduğu ve K iyon konsantrasyonunun da aynı şekilde azalma gösterdiği belirtilmiştir. Yapraklarda meydana gelen bu değişimlerin toksik iyon konsantrasyonundaki artışa ve bu artışa bağlı olarak K iyon konsantrasyonunun azalmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu değişimlerin tuza hassas olan genotipte daha hızlı gerçekleştiğini vurgulamışlardır.

Yaşar (2003), Yüksek tuz konsantrasyonlarında oluşan iyon birikimi ve stomalarda meydana gelen açılıp kapanmada oluşan düzensizlikler sebebiyle toplam klorofil miktarının azaldığını ve buna bağlı olarak, fotosentez etkinliğinin azaldığını ve bitki genotipinde olumsuzluklar meydana geldiğini belirtmiştir.

Öztürk vd. (2004), farklı sulama suyu tuzluluğu ve farklı oranlarda sulama suyu kısıtının melisa bitkisinin verim ve uçucu yağ içeriğine etkisini belirlemek amacıyla araştırma yapmışlardır. Çalışmada melisanın su stresine dayanıklı bir bitki olduğu ve

%25 su kısıtının bile melisa bitkisi veriminde önemli bir azalmaya neden olmadığı tespit edilmiştir. 4 dS/m tuzluluk düzeyine kadar bitkinin yetiştirilebileceği ancak artan tuzlulukla uçucu yağ oranında azalma olduğu belirtilmiştir.

Munns (2005), yaptığı araştırmada, bitkilerin tuzluluk sorunu nedeniyle oluşan ozmotik ve iyonik stres karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdiklerini belirtmiştir.

Debouba vd. (2006), Chibili F1 domates çeşidi üzerinde 0, 25, 50 ve 100 mM NaCl içerikli 4 farklı tuz konsantrasyonunda sulama suyu uygulaması yapmışlar ve söz konusu çeşidin belirtilen konsantrasyonlar üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, en yüksek yaprak su içeriği değerleri 25 mM tuz konsantrasyonu uygulanan konularda görülürken, tuz konsantrasyonu arttıkça yaprak su içeriğinde büyük ölçüde azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir. Tuzluluğun artışına paralel olarak bitkilerin kuru ağırlık verilerinde azalma, yaprak ve kök kısımlarında protein içeriğinde düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar Na ve Cl iyonlarının birikimi nedeniyle yaprak ve kökte K ve NO₃ iyon konsantrasyonlarında azalma görüldüğünü ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda domateste 100 mM tuz konsantrasyonunun yaprak su içeriği ve iyon dengesini olumsuz etkilediği, kuru madde miktarı ve enzim aktivitesinde düşümlere neden olduğu belirtilmiştir.

Hong-Bo vd. (2006), tuz stresine adaptasyonun genellikle prolin, betain, potasyum ve çözünebilir şeker gibi ozmo regülatörler ile sağlandığını ifade etmişlerdir.

Köşkeröglü (2006), yaptığı araştırma sonucunda tuz stresinin bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekroza neden olduğunu vurgulamaktadır. Tuzlu toprakların ıslahının ekonomik ve pratik olamaması nedeniyle, son yıllarda tuza dayanıklı bitki tür ve genotiplerin yetiştirilmesinin de bu alanları değerlendirmede en mantıklı yol olduğunu belirtmiştir.

Köşkeröglü (2006), tuzluluğun bitkilerde toksisiteye ve mineral beslenme bozukluklarına yol açmakta olduğunu ve sonuç olarak metabolizmada tahribata neden

olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, tuzluluk bir yandan üründe kalite düşüklüğüne, diğer yandan da bitki gelişmesi ve büyümesinin sınırlanması sonucu bitkisel verimin önemli derecede azalmasına neden olmaktadır.

Yakıtı ve Tuna (2006), tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) Ca, K ve Mg etkilerini araştırmışlardır. Mısır bitkisine tuz ile birlikte verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşiklerin membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yaptığı, bunun da tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafiflettiği belirtilmiştir. Çalışmada prolin oranının tuz uygulamasıyla beraber arttığı gözlenmiştir. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş ancak besin çözeltisine ilave edilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır. Hasat sonrası, yapraklarda membran geçirgenliği, bağıl su içeriği (%RWC), prolin, klorofil ve karotenoid miktarları belirlenmiş, yaprak ve köklerde makro element analizleri yapılmıştır. Ayrıca sürgün ve kök kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı gibi bazı bitki gelişim parametreleri saptanmıştır.

Asraf ve Foolad'a göre (2007), strese maruz kalan bitkiler, ozmotik dengenin sağlanabilmesi için, stoplazma ve organellerinde çeşitli çözünebilir maddeler biriktirmektedirler. Bir çok araştırmada prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin sentezlenmesi ile strese dayanım arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu maddeler enzimler üzerinde pozitif bir etki sağlamanın yanı sıra, membran bütünlüğünü de sağlayarak stres altındaki bitkilerde ozmotik düzenlemenin sağlanmasında görev almaktadırlar.

Kaya vd. (2007), yapmış oldukları çalışmada, Tempo F1 kavun çeşidinde 150 mM NaCl uygulaması ile dışardan potasyum nitrat ve prolin uygulamasının meyve verimi, bitki gelişimi ve iyon alımı üzerindeki etkileri araştırmışlardır. Tuz uygulamasının bitki gelişimi ve yapraktaki su içeriğinde azalmalara neden olduğunu, prolin uygulamasının ise Na alımını azaltarak ozmotik düzenlemeyi sağladığını potasyum, azot ve kalsiyum alımını ise arttırdığını belirtmişlerdir.

Turan vd. (2009), mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada NaCl uygulayarak bitkileri tuz stresine maruz bırakmışlardır. Bitkide tuz stresine karşı meydana gelen etkileri ayrıca tuz uygulaması sonucu oluşan prolin salınımını araştırmışlardır. Tuz uygulanan bitkilerde, kontrol bitkilerine oranla biyokütle, fotosentez oranı, K miktarı ve K/Na oranı ile klorofil miktarında azalma meydana gelmiş, ayrıca tuz uygulamasının mısır bitkilerinde prolin konsantrasyonunun artmasına neden olduğu görülmüştür. Toprak tuzluluğunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, prolin gibi ozmo regülatörlerin tuz stresi karşısında arttığını, prolin ve Na arasında oluşturulacak korelasyonların tuz stresi çalışmalarında hücrel mekanizmaların çözümlenmesi için önemli parametreler olabileceğini belirtmişlerdir.

Çulha ve Çakırlar (2011), tuz stresini, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkilerin gelişimini etkileyerek ürün verimliliğini sınırlandıran önemli bir abiyotik stres faktörleri olarak ifade etmişlerdir. Tuz stresi bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Tuz stresinin olumsuz etkilerinin; tuzun çeşidine, stresin düzeyine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde çeşitli metabolik olayların ve özellikle de fotosentetik aktivitenin etkilenmesi bitkilerin hayatta kalma şansını azaltabilmektedir. Bazı bitkiler bu koşullara karşı duyarlılık gösterirken, bazıları çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevaplar ile indüklenen tolerans mekanizmalarıyla hayatta kalmayı başarabilmektedirler.

Yılmaz vd. (2011), nin bildirdiğine göre, bitkiler tuz stresine yanıt olarak çeşitli tolerans stratejileri geliştirmektedir. Tuz stresine yanıt çerçevesinde, metabolizma yan ürünü olarak oluşan reaktif oksijen türlerini yok eden çeşitli enzimatik olmayan antioksidanlar ile antioksidan enzimlerin aktivitelerinin artırılması, bitki büyüme düzenleyicilerinin ve ozmolit sentezinin teşvik edilmesi, fotosentetik yolun değiştirilmesi ile iyon alımının düzenlenmesi, stresle ilgili genlerin aktive edilerek transkripsiyon faktörlerinin sentezlenmesi ve stres proteinlerinin üretiminin teşvik edilmesi önemli tolerans stratejileridir.

Genişel ve Dumlupınar (2013), yaptıkları çalışmada, tuz stresi altındaki fasulyenin morfolojik ve biyokimyasal parametreleri üzerine kemik tozu solüsyonu uygulamasının

etkisini araştırmışlardır. Bitkiler 24 gün boyunca 20-25°C'de yetiştirilmiştir. 14 günlük fidelerin yetişme ortamlarına üç farklı konsantrasyonda (%1, %1,5 ve %2) kemik tozu solüsyonu uygulaması yapılış, daha sonra 24 günlük bitkiler büyüme parametrelerin belirlenmesi için hasat edilmiştir. Tuzluluğun, kök ve gövde uzunluğunu azalttığı görülürken, kemik tozu solüsyonunun kök ve gövde uzunluklarını, protein ve fotosentetik pigment içeriklerini önemli derecede arttırdığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, kemik tozu solüsyonunun tuzluluğa karşı bitki büyümesini ve verimliliğini artırmak için kullanılabileceğini belirtmişler ve bu çalışma tuz stresine karşı organik kalsiyum kaynağının kullanılması konusunda ilk araştırma olmuştur.

Safi vd. (2013), farklı su ve tuzluluk stresinin mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinin büyüme, gelişme, verim ve su tüketimi üzerine etkilerini araştırmak üzere sera ortamında bir araştırma yürütmüşlerdir. Denemenin tuzluluk kısmında bitkiler beş farklı sulama suyu tuzluluğuna ve dört farklı sulama rejimi değerine tabi tutulmuştur. Araştırmada S0, S1, S2 ve S3 konularına tüketilen suyun sırasıyla %125'i, %100', %75'i ve %50'si uygulanmıştır. Her konu için ayrılan 8 saksının yarısında mürdümük yeşil ot aşamasında diğer yarısı ise tohum aşamasında hasat edilmiştir. Bitki su tüketimi saksıların tartımı yoluyla belirlenmiştir. Aşırı su uygulamaları (%125 konusu), verimde önemli düşüşlere neden olmaz iken su kullanım etkinliğini ve bin tohum ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Mrdmğn tohum verimi açısından son derece toleranslı olduğu belirtilmiştir. Tuzluluğu 2 dS/m'den daha düşük sular, bitki verimi üzerine olumlu etkide bulunurken, kuru ot veriminin 3.06 dS/m eşik toprak tuzluluğundan sonra %8.24 oranında azaldığı, tohum veriminin ise 2.78 dS/m eşik tuzluluğundan sonra %10.3 oranında verim kaybettiği belirlenmiştir. Artan tuzlulukla birlikte bitki su tüketiminin önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiş, suyun kısıtlı olduğu yerlerde mrdmğn kaba yem ihtiyaının giderilmesi için yetiştirilmesi araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yerinin tanıtılması

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi içerisinde yer alan Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait pvc konstrüksiyonlu ve cam örtülü olan serada yürütülmüştür. Sera taban alanı 100 m² ve yüksekliği 2.2 metredir. Serada ısıtma, aydınlatma, otomatik havalandırma ve otomatik nemlendirme tesisleri bulunmaktadır. Sera tabanı yer karosu ile kaplı olup saksı ve lizimetre denemelerine elverişlidir. Sera içinde gerekli suyu karşılamak amacıyla şehir şebekesine bağlı iki adet musluk bulunmaktadır. Serada doğal havalandırma, sera yan ve çatı kısmında bulunan pencerelerle sağlanmaktadır.



Şekil 3.1 Denemenin yürütüldüğü sera

3.1.2 Kullanılan toprak özellikleri

Denemede kullanılan topraklar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarından üst 30 cm yüzey toprağı kazılarak alınmıştır. Söz konusu topraklar alüvyal karakterli olup siltli-killi-tın bünyelidir. Alınan topraklar Tarımsal Yapılar ve Sulama

Bölümü'ne ait seraya getirilerek burada hava kurusu olacak şekilde kurumaya bırakılmış daha sonra kuruyan topraklar 4 mm'lik elekte elenerek doğal birim hacim ağırlığında olacak şekilde saksılara doldurulmuştur.

3.1.3 Bitki özellikleri

Mısır tohumu olarak, Tareks A.Ş. Tarım Ürünleri Araç Gereç İthalat İhracat ve Ticaret Anonim Şirketine ait OSSK 644 - Silajlık hibrit mısır olarak kullanılmıştır.

Mısır (*Zea Mays*), dünyada buğday ve çeltikten sonra en fazla tarımı yapılan tahıl bitkisidir. Mısır hemen hemen dünyanın her yerinde, deniz seviyesinden başlayarak rakımı 4000 m'ye kadar olan, bol güneş alan bölgelerde yetişebilen, tek yıllık kısa gün bitkisi olan bir sıcak iklim tahılıdır.

Dünyada üretilen mısırın %27'si insan beslenmesinde, %73'ü ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde mısırın kullanım oranı hayvan beslenmesinde %46, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak %54'dir. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran hayvan beslenmesinde %90, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak %10'dur. Dünyada insan beslenmesinde tüketilen günlük kaloringin %11'i mısır bitkisinden sağlanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %4'e düşerken, Meksika ve Orta Amerika gibi ülkelerde %27'ye kadar yükselmektedir. Mısırın endüstride kullanımını diğer tahıllara göre artmış, gün geçtikçe de artmaktadır. Bunun sebebi; birim alandan yüksek verim alınması, yetiştirme tekniği, hasat, nakliye ve depolama gibi işlemlerinin kolay oluşu ve sürekli geliştirilme özelliğine sahip olmasıdır (www.tarimziraat.com).

Mısır bitkisi 10-11°C'de çimlenmeye başlayabilmektedir. 5-10 cm derinliğindeki toprağın sıcaklığı 15°C'ye ulaştığında çimlenme hızlanır. Mısır tarımında ekim zamanı verimi önemli derecede etkileyen faktörlerden biridir. Tohum yatağı seviyesindeki toprak sıcaklığı 10°C dereceden aşağı olduğu zaman mısır tohumu normal çimlenemez. Optimum çimlenme sıcaklığı 18°C'nin üstündedir. En uygun büyüme sıcaklığı ise 25-30°C arasındadır. 15°C'nin altındaki sıcaklar ilk büyümeyi yavaşlattığından verimde belirgin düşüslere yol açar.

Mısır bitkisinin toprak seçiciliği fazla değildir. Uygun ve zamanında işlenen ve gerekli bitki besin maddeleri verilen, değişik tip topraklarda mısır başarıyla yetiştirilebilir. Ancak mısır en iyi gelişmeyi ve en yüksek verimi, organik madde ve alınabilir besin maddelerince zengin ve drenajı, havalanması iyi olan derin, sıcak, tınlı topraklarda gösterir (www.cukurovataem.gov.tr).

Mısır oldukça geniş pH sınırları arasında (pH=5.5-8.0) yetişebilir. Optimum toprak pH'sı 6.0-6.5'tur. Mısır çimlenme döneminde tuzluluğa dayanıklıdır. Bununla beraber tuza ve tuzlu sulama suyuna hassas bitkiler grubunda yer alır. Mısır bitkisi geçirgenliği iyi, fazla su tutmayan toprakları tercih eder. Bunlar genellikle kil içeriği fazla olmayan siltli topraklardır (www.tarimziraat.com).

Mısır için toprak işlemede dünyada değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları; geleneksel toprak işleme (pulluk ile), anız örtülü malç sistemi, ark açıcıları kullanılarak yapılan işleme, minimum toprak işleme ve toprak işlemez yöntemlerdir. Ülkemizde mısır genel olarak geleneksel toprak işleme metodu olan pullukla derin sürüm, gerekirse ikileme, diskaro ve tırmık kullanılarak yapılmaktadır. Ancak daha fazla güney bölgelerimizde uygulanan ikinci ürün mısırdaki azaltılmış toprak işleme metodları kullanılmaktadır. Bu yörelerde yapılan yanlış uygulamalardan birisi anızın yakılarak toprak işlenmesi yapılmasıdır. Bunun yerine anız mibzerleri ile gölge tavında sürümsüz ekim yapılmalıdır. Bir diğer uygulama Doğu ve Batı Karadeniz Bölgelerinin yamaç arazilerinde uygulanan elle toprak işleme şeklidir. Bu yörelerde ticari anlamda mısır üretimi yapılmamaktadır. Fazla işgücüne ve toprak erozyonuna neden olan bu uygulamadan vazgeçilerek buralarda sürümsüz ekim metodları uygulanmalıdır.

Ekim derinliği genel olarak 5-6 cm olmalıdır. Ağır topraklarda biraz daha yüzlek, hafif topraklarda biraz daha derin olabilir. Ekim mutlaka tavlı toprağa yapılmalıdır. Tohumun toprakla temasını arttırmak için merdane çekmek faydalı olmaktadır. Bilhassa azaltılmış toprak işleme veya sürümsüz ekimlerde bu işlemin etkisi daha da önemli olmaktadır.

Mısırdaki verimi oluşturan en önemli öge dekinden hasat edilen bitki sayısıdır. Bitki sıklığı; çeşidin özelliği, toprağın verim gücü, sulama durumu ve yetiştirme amacına göre değişir. Orta geçici (FAO 700) çeşitler için sıklık, hasat sırasında dekinden 5500 ila

7000 bitkiyi sağlayacak şekilde sıra arası 65-70 cm, sıra üzeri 20-25 cm olmalıdır. Yeterli suyun olduğu yerlerde ve erkenci çeşitlerde bitki sıklığının biraz fazla, suyun kısıtlı olduğu yerlerde ve geçici çeşitlerde bitki sıklığının biraz az olması istenir. Bunu sağlamak için tane iriliğine göre dekara 2-3 kg arasında tohum kullanılmalıdır. Silajlık olarak yetiştirilen mısırdaki tohum miktarı artırılmalıdır. Yapılan araştırmalar sonucunda Karadeniz bölgesinde en uygun bitki sıklığının dekara 12000-14000 bitki olması gerektiği, bunun da 4-6 kg/da tohuma tekabül ettiği tespit edilmiştir (www.tarimziraat.com).

Mısır, topraktan çok fazla miktarda su ve besin maddesi kaldırır. Ancak mısır, fizyolojik olarak bir C4 bitkisi olduğundan kullandığı bu su ve besin maddelerine karşılık birim alandan çok yüksek oranda kuru madde üretir. Bu özelliğinden dolayı mısırdaki su ve besin maddelerindeki her hangi bir eksiklik verimde ekonomik zararlara yol açar. Bu bakımdan mısırdaki bitki beslemeye ayrıca özen gösterilmesi gerekmektedir. Mısıra verilecek gübre miktarı toprak ve iklim şartları, çeşit ve bitki sıklığına göre değiştirdiği gibi ekilişin ana veya ikinci ürün olması ile ya da tane üretimi veya silajlık üretim olmasına göre de değişebilir. Mısırın özellikle azotlu gübre isteği çok fazladır. Melez çeşitlerle ülkemizde yapılan araştırmalarda 18-24 kg/da N ve 7-9 kg/da P₂O₅ vermenin ekonomik verim sağladığı görülmüştür. Azotlu gübrenin yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte verilmelidir. Azotlu gübrenin kalan kısmı da bitkiler 40-50 cm uzunluğa ulaştığında sıra arasına verilerek toprağa karıştırılma işleminde yapılmalıdır.

Ülkemizde özellikle bazı ikinci ürün bölgelerinde çok aşırı azotlu gübre kullanılmaktadır. Ekonomik kayba ve çevre kirliliğine sebep olan bu durumdan vazgeçilerek gerektiği kadar gübre uygulamak gerekir. Ayrıca Orta Karadeniz Bölgesi'nde tabii yağış şartları altında sulanmaksızın mısır üretilen bölgelerde, azotlu gübrenin ikiye bölünerek verilmesi daha sonraki dönemlerde yeterli yağışın olmaması durumunda gübreden yeterince yararlanılmasını engellemektedir. Bunun için mısır ekilecek alanlardan toprak örnekleri alınarak tahlil yaptırılmalı ve tavsiye edilen dozlarda gübre kullanılmalıdır. Silajlık olarak yetiştirilen mısırdaki azotlu gübre miktarı da artırılmalıdır. Yine yapılan araştırmalar sonucunda Karadeniz Bölgesi'nde en uygun

azotlu gübre miktarının dekara 22-25 kg saf azot olması gerektiği tespit edilmiştir (www.tarimziraat.com).

Bölgelerimizin iklim durumu dikkate alındığında mısır ana ürün ekim zamanları Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Nisan ayı başında, Marmara, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde ise Nisan sonu, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Mayıs ayıdır.

Bitkilerin tuza dayanımlarının incelenmesi, özellikle tuzluluğun belirli bir düzeyin altına düşürülmediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi açısından önemlidir. Bitkilerde verimde azalmanın başladığı toprak saturasyon tuzluluğu (EC_e) değerlerine göre oluşturulan dayanıklılık sınıfları çizelge 3.1'de ve bazı bitkilerin tuzluluğa karşı toleransları çizelge 3.2'de verilmiştir (Ayers ve Westcot 1989).

Çizelge 3.1 Bitkilerde tuzluluğa dayanım sınıfları

Dayanım Sınıfı	Tuzluluk Düzeyi (EC_e , dS/m)
Hassas	<1.3
Yarı Hassas	1.3 – 3.0
Yarı Dayanıklı	3.0 – 6.0
Dayanıklı	6.0 – 10.0
Bitkilerde Uygun Değil	>10.0

Çizelge 3.2 Bazı kültür bitkilerinin tuz toleransı (FAO 1976, Kotuby vd. 1997, Kanber vd. 1992)

Bitki Çeşidi	Eşik Değer		Verimdeki Azalma (%)					
	EC _e (dS/m)	EC _w (dS/m)	10		25		50	
			EC _e (dS/m)	EC _w (dS/m)	EC _e (dS/m)	EC _w (dS/m)	EC _e (dS/m)	EC _w (dS/m)
Arpa	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0
Fasulye	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4
Mısır	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9
Pirinç	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8
Pamuk	7.7	5.1	9.6	6.4	13.0	8.4	17.0	12.0
Sorgum	4.0	2.7	5.1	3.4	7.2	4.8	11.0	7.2
Şeker P.	7.0	4.7	8.7	5.8	11.0	7.5	15.0	10.0

Çizelge 3.1 - 3.2’de bitkilerin tuza dayanım sınıfları ve bazı bitkilerin tuz tolerans değerleri verilmiştir. Çizelge 3.2’ye göre mısır bitkisi tuzluluk eşik değeri 1.7 dS/m olarak belirtilmiş olup tuzluluğa dayanım açısından yarı hassas bitkiler sınıfına girmektedir. Mısır bitkisinde 2.5 dS/m değerinde %10 oranında verimde azalma görülürken, bu azalma tuzluluk düzeyi 3.8 dS/m ye çıktığında %25, 5.9 dS/m ye çıktığında ise %50 oranına kadar artmaktadır.

Mısırdaki iyi bir verimin alınması için bitkinin su ihtiyacının tam ve zamanında sağlanması gerekir. Özellikle tepe püskülü çıkarmadan bir hafta önce ile süt olum devresi arasında mısırın su ihtiyacı fazladır. Yapılan araştırmalar çiçeklenme dönemindeki bir haftalık su stresinin verimi %50 azalttığını göstermiştir. Yağışı yetersiz olan yerlerde birkaç kez sulama yapılmalıdır. Yapılacak sulama sayısı, sulamanın zamanı ve her bir sulamada verilecek su miktarı iklim ve toprak koşullarına bağlıdır. Üretim planlanırken gerektiği dönemde gerektiği kadar suyun temin edilip edilmeyeceğine dikkat edilmelidir. Ülkemizin Kuzey bölümünün (Karadeniz ve Marmara Bölgeleri) yağışı yetersiz olan yerlerinde; ikinci azotlu gübreden sonra tepe püskülü çıkarmadan bir hafta önce ve süt olum devresinde olmak üzere en az üç kez su verilmelidir. Batı, Güney ve Güneydoğu’ da ise topraktaki faydalı su izlenerek sulama

yapılmalıdır. Bu bölgelerimiz için sulama sayılarının batıdan güneydoğuya doğru artması şartı ile 6-15 arasında olabileceği tespit edilmiştir (www.tarimziraat.com).

3.1.4 Sulama suyu özellikleri

Denemede 16 farklı sulama suyu kullanılmıştır. Sulama suları 19 litrelik damacanalara 18 litre olarak hazırlanmıştır. Bunlardan iyi kalitedeki su, şehir şebeke suyudur (T₁). Diğer suların (T₂, T₃, T₄) hazırlanması sırasında farklı miktarlarda CaCl₂, MgCl₂, NaCl₂ kimyasal tuzları ve prolin kullanılmıştır. Bu sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri T₁ : 0.25 dS/m, T₂ : 2 dS/m, T₃ : 4 ds/m, T₄ : 6 dS/m olarak belirlenmiştir. Sulama sularının hazırlanmasındaki detaylar yöntem bölümünde anlatılmıştır.

3.1.5 Denemede kullanılan kimyasal maddeler

Denemede ele alınan sulama suyu tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında, suda eriyebilirliği yüksek olan üç çeşit tuz kullanılmıştır. Bunlar magnezyum klorür (MgCl₂), sodyum klorür (NaCl), kalsiyum klorür (CaCl₂) tuzlarıdır. Ayrıca araştırmada ikincil olarak etkileri araştırılan prolin de hazırlanan bu sulama sularında kullanılmıştır.

3.1.6 Denemede kullanılan saksılar

Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak plastik saksılardan yararlanılmıştır. Bu saksılar serbest drenajlı saksı şeklinde, dijital baskülde tartıldığı için tartılı saksı gibi kullanılmıştır. Saksılar 12 litre hacme sahiptir. Denemenin 4 farklı tuzlulukta, 4 farklı prolin düzeyinde 3 tekrarlamalı bir çalışma olması nedeniyle toplamda $4 \times 4 \times 3 = 48$ adet saksı kullanılmıştır.



Şekil 3.2 Denemede kullanılan saksılar

3.1.7 Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Tuzların ve prolinin şehir şebeke suyuna karıştırılarak farklı tuzluluk ve prolin düzeylerindeki sulama sularının hazırlanmasında, 19 litrelik damacanalardan yararlanılmıştır. Deneme boyunca gerekli olan kimyasal maddelerin tartım ve hazırlanmasında hassas terazi, beher; toprak ve lizimetrelerin hazırlanmasında toprağın elenmesinde kullanılan 2 mm ve 4 mm' lik elekler; su ve toprakta tuzlulukların belirlenmesi amacıyla laboratuvar tipi (YSI-3200 ve el tipi) elektriksel iletkenlik ölçme aletleri, kurutma fırını, yakma fırını, krozeler, ekstrakt çıkarma işleminde kullanılmak üzere 48 adet 0.30 litrelik pet şişeler, analizlerde kullanılan saf su, toprak örneklerini saklamak için kullanılan poşetler, toprak ekstrakt cihazı gibi laboratuvar malzeme ve ekipmanları kullanılmıştır.



Şekil 3.3 Denemenin çeşitli aşamalarında kullanılan yardımcı ekipmanlar



Şekil 3.3 Denemenin çeşitli aşamalarında kullanılan yardımcı ekipmanlar (devam)

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme düzeni

Deneme, mısırdaki 4 farklı sulama suyu tuzluluğu ve 4 farklı prolin konsantrasyonuna sahip sulama sularının 3 tekrarlamalı olarak uygulandığı 4x4 faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme düzenine göre yürütülmüştür. 3 tekrarlamalı olarak 48 lizimetrede deneme düzeni oluşturulmuştur. Saksılar numaralandırılarak karışık olarak dizilmiştir.



Şekil 3.4 Serada kurulan deneme düzeni

Araştırmada kullanılan 4 değişik kalitedeki sulama sularından ilki şehir şebeke suyudur (T_1P_1). İyi kalitede olan bu suyun elektriksel iletkenliği 0.25 dS/m civarındadır. Diğer sulama suları ise şehir şebekesi suyuna, belirli miktarlarda $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaCl_2$ tuzları eklenerek oluşturulmuştur. Tuz eklenerek oluşturulan diğer sulama sularının toplam tuzlulukları ise sırasıyla $T_2 = 2.00$ dS/m, $T_3 = 4.00$ dS/m, $T_4 = 6.00$ dS/m'dir.

$T_2 : 2$ dS/m için;

18 litre musluk suyuna	10.13 gr NaCl
	4.13 gr $MgCl_2$
	4.97 gr $CaCl_2$

$T_3 : 4$ dS/m için;

18 litre musluk suyuna	20.25 gr NaCl
	8.31 gr $MgCl_2$
	9.93 gr $CaCl_2$

$T_4 : 6$ dS/m için;

18 litre musluk suyuna	34.74 gr NaCl
	14.22 gr $MgCl_2$
	16.92 gr $CaCl_2$ kimyasal tuzları karıştırılmıştır.

Ayrıca elektriksel iletkenlikleri ayarlanmış olan sulama sularına dört farklı değerde prolin katılmıştır. $P_1 : 0$, prolin kullanılmayan sulama suyunu ifade etmektedir. Diğer prolin değerlerini elde etmek için ise;

$P_2 : 25$ ppm için, 18 litre musluk suyuna 0.45 gr prolin

$P_3 : 50$ ppm için, 18 litre musluk suyuna 0.90 gr prolin

$P_4 : 100$ ppm için, 18 litre musluk suyuna 1.8 gr prolin karıştırılmıştır.

Sonuç olarak $4 \times 4 = 16$ farklı sulama suyu denemede kullanılmak üzere hazırlanmıştır.



Şekil 3.5 Farklı konsantrasyona sahip tuzlu sulama sularının hazırlanışı

Sulama suyu prolin konsantrasyonları ise, hazırlanan sulara belirli miktarlarda toz halinde prolin katılarak $P_1 = 0$ ppm, $P_2 = 25$ ppm, $P_3 = 50$ ppm, $P_4 = 100$ ppm değerinde olmaları sağlanmıştır.

Sulama sularının toplam tuzlulukları yanında, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)'da toprak ve bitki özelliklerine etkili olmaktadır (Anonymous 1954, Ayyıldız 1990). Araştırmada sulama sularının tuzluluk ve prolin yönünden oluşturduğu etkiler incelenecektir. Bu nedenle SAR değerinin etkisini ortadan kaldırmak için, tuz katılarak hazırlanan sulama sularında SAR değeri, şehir şebeke suyunun SAR değerine yaklaşık eşit olarak alınmıştır. Bu durumda SAR değeri 1'den düşük olacak şekilde hazırlanmış ve sodyumun olumsuz etkilerinin oluşumuna izin verilmemiştir.

3.2.2 Konular

Denemede araştırılan konular ve her konunun içerik açıklaması çizelge 3.3 - 3.4'te verilmiştir

Çizelge 3.3 Araştırma konuları

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	T ₁ P ₁ - 1	T ₁ P ₂ - 1	T ₁ P ₃ -1	T ₁ P ₄ -1
T ₁	T ₁ P ₁ - 2	T ₁ P ₂ - 2	T ₁ P ₃ -2	T ₁ P ₄ -2
	T ₁ P ₁ - 3	T ₁ P ₂ - 3	T ₁ P ₃ -3	T ₁ P ₄ -3
	T ₂ P ₁ - 1	T ₂ P ₂ - 1	T ₂ P ₃ -1	T ₂ P ₄ -1
T ₂	T ₂ P ₁ - 2	T ₂ P ₂ - 2	T ₂ P ₃ -2	T ₂ P ₄ -2
	T ₂ P ₁ - 3	T ₂ P ₂ - 3	T ₂ P ₃ -3	T ₂ P ₄ -3
	T ₃ P ₁ - 1	T ₃ P ₂ - 1	T ₃ P ₃ -1	T ₃ P ₄ -1
T ₃	T ₃ P ₁ - 2	T ₃ P ₂ - 2	T ₃ P ₃ -2	T ₃ P ₄ -2
	T ₃ P ₁ - 3	T ₃ P ₂ - 3	T ₃ P ₃ -3	T ₃ P ₄ -3
	T ₄ P ₁ -1	T ₄ P ₂ - 1	T ₄ P ₃ -1	T ₄ P ₄ -1
T ₄	T ₄ P ₁ -2	T ₄ P ₂ - 2	T ₄ P ₃ -2	T ₄ P ₄ -2
	T ₄ P ₁ - 3	T ₄ P ₂ - 3	T ₄ P ₃ -3	T ₄ P ₄ -3

Çizelge 3.4 Konulara içerikleri

T ₁ P ₁	Musluk suyu
T ₁ P ₂	0.25 dS/mm- 25 ppm prolin
T ₁ P ₃	0.25 dS/m- 50 ppm prolin
T ₁ P ₄	0.25 dS/m- 100 ppm prolin
T ₂ P ₁	2 dS/m tuzluluk - prolin yok
T ₂ P ₂	2 dS/m tuzluluk - 25 ppm prolin
T ₂ P ₃	2 dS/m tuzluluk - 50 ppm prolin
T ₂ P ₄	2 dS/m tuzluluk - 100 ppm prolin
T ₃ P ₁	4 dS/m tuzluluk - prolin yok
T ₃ P ₂	4 dS/m tuzluluk - 25 ppm prolin
T ₃ P ₃	4 dS/m tuzluluk - 50 ppm prolin
T ₃ P ₄	4 dS/m tuzluluk - 100 ppm prolin
T ₄ P ₁	6 dS/m tuzluluk - prolin yok
T ₄ P ₂	6 dS/m tuzluluk - 25 ppm prolin
T ₄ P ₃	6 dS/m tuzluluk - 50 ppm prolin
T ₄ P ₄	6 dS/m tuzluluk - 100 ppm prolin

3.2.3 Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.3.1 Lizimetrelerin oluşturulması

Denemede kullanılmak üzere Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarından üst 30 cm toprak kazılarak alınan topraklar seraya getirilerek burada hava kuru olacak şekilde kurumaya bırakılmıştır. 48 adet 12 litrelik saksının doldurulmasına yetecek miktarda toprak sera ortamında 4 mm elekten elenmiş, saksılar elenen bu toprakla doğal birim hacim ağırlığına denk gelecek şekilde tartılarak doldurulmuş ve üzerleri dış etkenlerden korumak amacıyla bir naylon ile örtülmüştür.



Şekil 3.6 Saksıların hazırlanış aşamaları

3.2.3.2 Uygulanan tarım tekniği

Araştırmada uygulanan tarım tekniklerinden ekim, fidelerin yetiştirilmesi, gübreleme, bakım ve tarımsal mücadele ile hasat işlemleri aşağıda belirtilen şekilde yrtlmştır.

a. Ekim ve fide yetiştirme

Hazırlanan saksılara tohumların ekim işlemi 1 Haziran 2014 tarihinde yapılmış, her saksıya 10 adet tohum ekilmiştir.



şekil 3.7 Ekimi yapılan mısır tohumları

Saksıların her birine ekim işlemi sonrası kendi konularına ait hazırlanan sulama sularından 3000 ml can suyu verilmiştir. Hazırlanan saksıların üzerlerinin örtülmesi işlemi hem havalandırmadan yağış girmesi gibi dış etkenlerden hem de aşırı buharlaşmayı engellemek ve çıkışın rahat olması amacıyla yapılmıştır.



Şekil 3.8 Çimlenme ve çıkış döneminde sera düzeni

b. Gübreleme

Ekimden 3 hafta sonra tüm saksılara 1000 ml suya 100 ml konsantrasyonunda azotlu gübre, sulama suyu ile birlikte uygulanmıştır.

c. Bakım ve tarımsal mücadele

Bitkilerin dikiminden itibaren toprakta görülen yabancı otlar elle koparılarak temizlenmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca bitkilerde hiçbir zararlı ve hastalığa rastlanmamıştır.

d. Hasat

Bitkilerin hasat tarihleri gelişim durumlarına göre T₁ ve T₂ bitkileri için 30 Temmuz 2012, T₃ bitkileri için 26 Temmuz 2012, T₄ bitkileri için 17 Temmuz 2012 olarak belirlenmiş ve hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Bitkiler toprak seviyesinden itibaren kesilerek hasat edilmiştir.

3.2.3.3 Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi

Sulamalara 1 Haziran 2012 günü başlanmış ve 28 Temmuz 2012 günü son verilmiştir.



Şekil 3.9 Serada yapılan sulama uygulamaları

Sulamalar, lizimetrelerin tartılı lizimetre şeklinde kullanılması esasına göre tarla kapasitesinden (TK=14.5) aşağıya doğru tüketilen su miktarının ilavesi şeklinde

yürütülmüştür. Deneme başlangıcında lizimetreler tarla kapasitesine getirilerek tartılmış ve bitkilerin yetiştirildiği dönemde her bir lizimetrenin ağırlığı tarla kapasitesindeki ağırlığa getirilecek şekilde sulanmıştır.

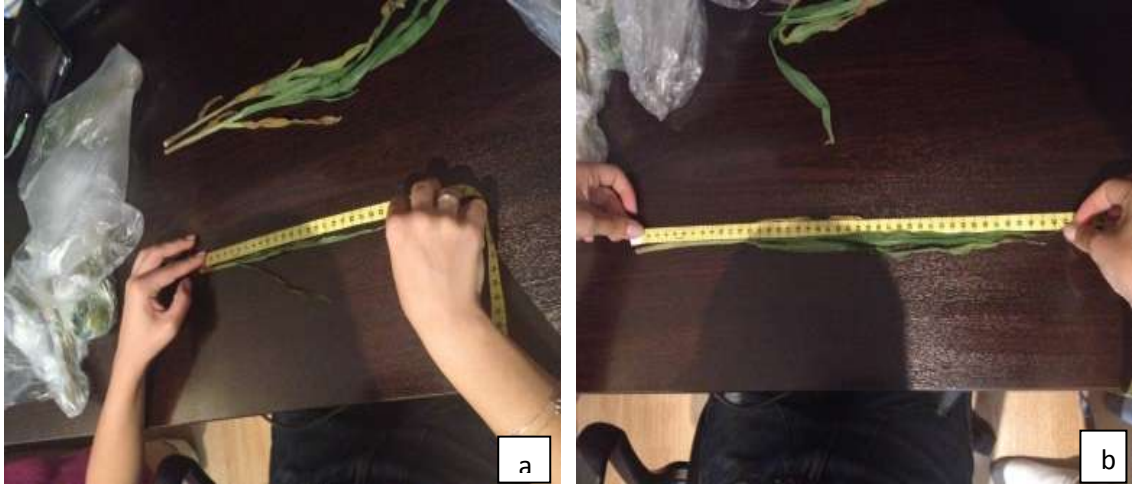
3.2.4 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

Denemenin çeşitli aşamalarında alınan su, toprak ve bitki örnekleri laboratuvarında analiz edilmiştir. Bu analizlerde kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.4.1 Bitki analizleri

Bu bölümde, araştırmada yetiştirilen mısır bitkisi yeşil aksamında yapılan bazı fiziksel ölçümler ve analizler açıklanmış, ölçüm ve analizlere ait bazı fotoğraflar şekil 3.10 - 3.13'te verilmiştir.

a. Bitki boyu: Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınmış, sap kısmının toprakla birleştiği noktadan bitkiler hasat edilerek uzunluk ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.10. a.b Hasat sonrası bitki boyu ölçümleri

b. Bitki yaş ağırlığı (toplam biyokütle): Bitki yeşil aksamı parçalara ayrılarak tamamı laboratuvar ortamında hassas terazi yardımıyla tartılarak toplam biyokütle kaydedilmiştir.



Şekil 3.11 Hasat sonrası bitki yaş ağırlık tartımları

c. Bitki % kuru madde miktarı: Kacar (1972), de belirtilen esaslara göre bitkilerin yaprak ve dal kısımlarından alınan örnekler 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup yaş ağırlığa oranlanmış ve % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.12 Bitki örneklerinin 70°C lik fırında kurutulması ve kuru ağırlık tartımlarının yapılması işlemleri

d. Bitki toplam kül miktarı: Kacar (1972), de belirtilenesaslara göre bitkilerin yaprak ve dal kısımlarından alınan örnekler 550°C’de yakılarak, kuru maddede toplam kül ve yaş maddede toplam kül olarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.13. a.b.c Kurutulmuş bitkilerden alınan örneklerin 550°C’lik fırında yakılması ve elde edilen kül miktarının tartımı

3.2.4.2 Toprak tuzluluk analizleri

Toprak örnekleri, toprağın en üst kısmından en alt kısmına kadar tüm katmanlardan karıştırarak analizlerin yapılması amacıyla alınmıştır. Toprak tuzluluk analizleri, toprak saturasyon macunundan elde edilen saturasyon eriyiği üzerinden yapılmıştır.

Saturasyon çamuru Sönmez ve Ayyıldız (1964), de belirtilen esaslara göre toprağa saf su ilave edilerek doymun hale getirilerek elde edilmiştir.



Şekil 3.14 Toprak örneklerinden saturasyon çamuru elde edilmesi

Hazırlanan saturasyon çamurları plastik kaplara boşaltılıp etiketlendikten sonra ağızları sıkıca kapatılarak buharlaşma olması engellenecek şekilde ekstrakt çıkarma işlemine hazırlanmak üzere 48 saat süreyle beklemeye bırakılmıştır.

İşlem sonunda örnekler ekstraktları çıkarılmak üzere ekstraksiyon cihazına yerleştirilerek saturasyon çamurlarından ekstraktların elde edilmiş ve laboratuvar ortamında elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin ölçümleri yapılarak ölçülen değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.15 Elde edilen saturasyon çamurlarından ekstrakt elde edilmesi

Elde edilen ekstraktlar aynı zamanda Anyon ve Katyon analizlerinin yapılması için de kullanılmıştır.



Şekil 3.16 Toprak ekstraktlarında Anyon ve Katyon analizi

Anyon ve Katyon analizlerinden elde edilen veriler bölüm 4.2’de toprak özelliklerine ilişkin bulgular başlığı altında detaylı olarak verilmiştir.

3.2.4.3 Sulama suyu kalite analizleri

Araştırmada sulama sularının kalite analizi olarak, sulama suyu elektriksel iletkenliği ve pH ölçümleri, her yeni sulama suyu hazırlandığında tekrar edilmiştir.

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, yürütülen araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu veriler bitki gelişimine ilişkin bulgular, bitkilerin çeşitli organlarında yapılan kalite analiz sonuçları, bitki su tüketimi, toprak ve sulama suyu analiz bulguları ile topraklarda tuz birikimi başlıkları altında incelenmiş olup bu bulguların çeşitli yönlerden tartışmaları yapılmıştır.

4.1 Bitki Özelliklerine İlişkin Bulgular

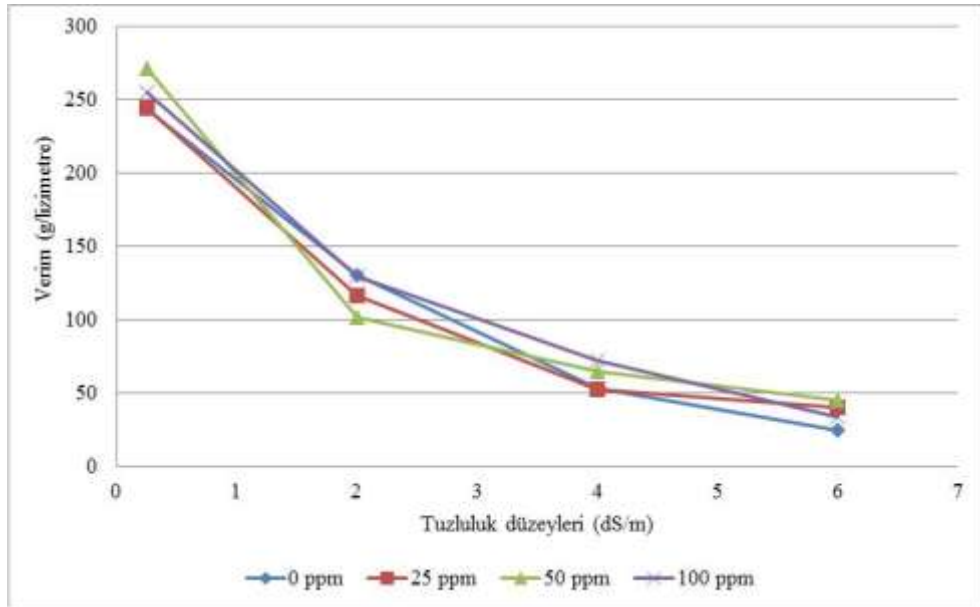
4.1.1 Toplam biyokütle (verim) ilişkin bulgular

Bu çalışmada, vejetatif gelişimini tamamlayan mısır bitkisinin, sulama suyu tuzluluğu (T) ve prolin içeriği (P) konuları için elde edilen bitkide toplam biyokütle (verim) değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Araştırmadan elde edilen bu veriler dikkate alınarak oluşturulan grafik, şekil 4.1’de verilmiştir. Gerek çizelge 4.1’deki değerler, gerekse şekil 4.1 incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğunun mısır bitkisinde verimi etkilediği görülmektedir.

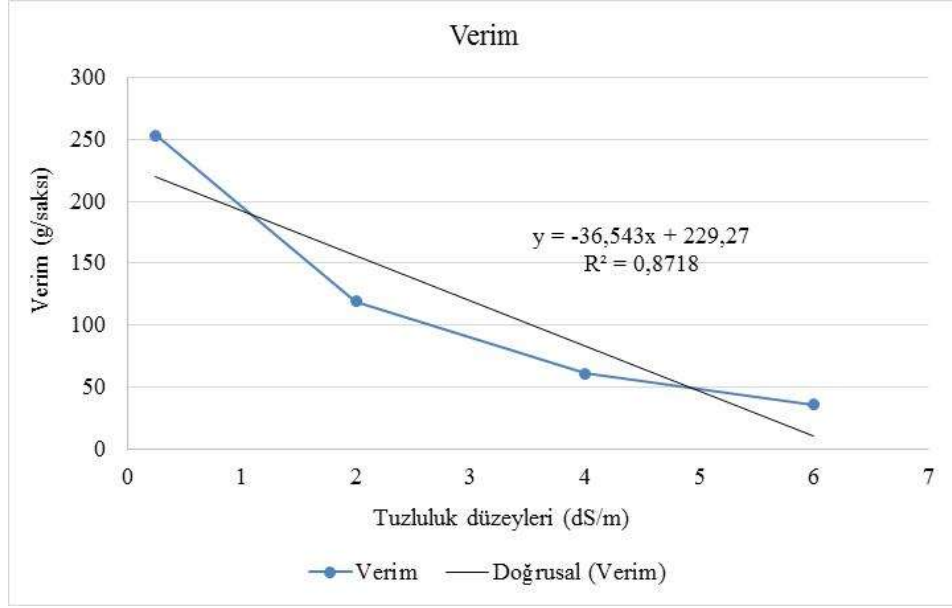
Çalışmada elde edilen verimlerin istatistiksel analizleri yapılmıştır. Verim değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.2’de ve varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunan faktörler için yapılan Duncan değerlendirmesi ise çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.1 Araştırmada elde edilen verim değerleri (g/saksı)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	230.3	243.7	256.1	254.3
T ₁	238.4	224.8	270.2	256.9
	260.1	265.2	288.6	254.1
Ort	243.0	244.5	271.6	255.1
	120.1	98.8	101.0	121.8
T ₂	106.7	150.6	97.7	134.5
	163.0	99.5	106.7	132.4
Ort	129.9	116.3	101.8	129.6
	42.8	54.3	63.7	71.0
T ₃	67.2	54.5	75.4	75.7
	49.5	47.1	55.7	70.5
Ort	53.2	52.0	64.9	72.4
	21.7	26.9	46.1	28.5
T ₄	26.7	45.9	46.3	44.1
	25.9	47.2	42.3	28.8
Ort	24.8	40.0	44.9	33.8



Şekil 4.1 Sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkisi



Şekil 4.2 Sulama suyu tuzluluğu–verim regresyon ilişkisi

Sulama suyu tuzluluğuyla elde edilen biyokütle arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonucunda tuzluluk-biyokütle doğrusal ilişkisi $y = -36.543x + 229.27$ olarak elde edilmiştir. Bu ilişki şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekil 4.2’den de görüldüğü gibi sulama suyu tuzluluğu ile verim arasında ters ilişki söz konusudur. Sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak biyokütlerde ciddi azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2 Araştırmadan elde edilen verimlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	341041	113680	562.35**	0.000
P	3	956	319	1.58	0.214
TxP	9	3755	417	2.06	0.064
Hata	32	6469	202		
Genel	47	352220			

Çizelge 4.3 Elde edilen verimler için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Toplam biyokütle (g/liz)	Duncan Grupları
T ₁	253.56	A
T ₂	119.40	B
T ₃	60.61	C
T ₄	35.84	D

Varyans analizi tablosu incelendiğinde sulama suyu tuzluluğunun mısır bitkisi verimini %1 önemlilik düzeyinde etkilediği; prolin içeriği konusunun ise verim üzerine bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Şekil 4.1 - 4.2'den de görüldüğü gibi tuzluluktaki artış verimde azalmaya neden olmuştur.

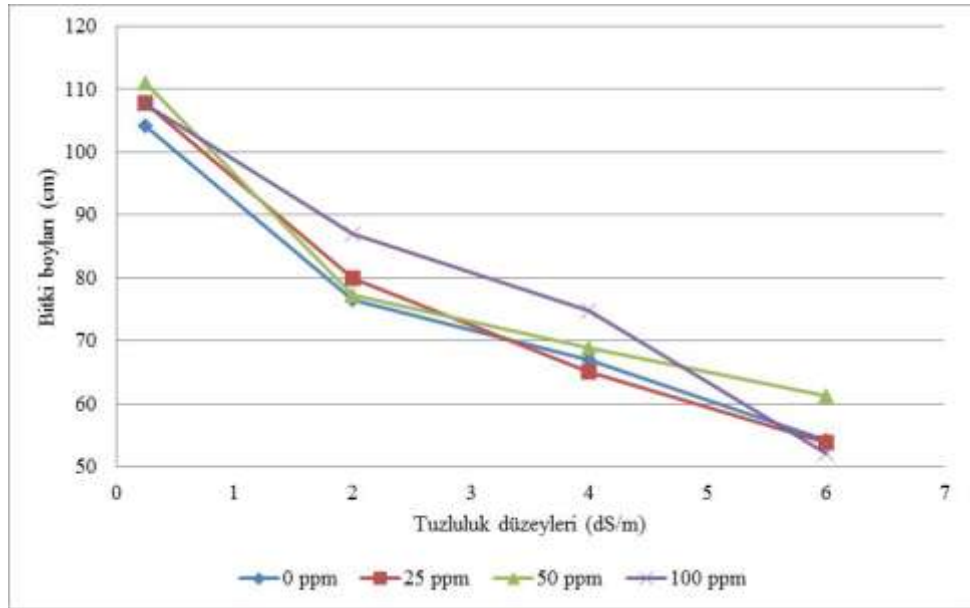
Çizelge 4.3'te tuzluluğa ilişkin konulara göre en yüksek verim T₁ konusunda (253.56 g/liz), en düşük verim ise en yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan T₄ konusunda (35.84) elde edilmiştir.

4.1.2 Bitki boyuna ilişkin bulgular

Araştırma sonunda ölçümleri yapılarak elde edilen bitki boylarına ilişkin değerler çizelge 4.4'te, farklı sulama suyu tuzluluğu ve bitki boyları arasındaki ilişki ise şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırmada elde edilen bitki boyları (cm)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	105.0	108.0	111.3	107.3
T ₁	99.0	110.0	113.7	111.7
	108.7	105.3	108.3	103.7
Ort	104.2	107.8	111.1	107.6
	52.0	76.7	80.7	85.3
T ₂	77.0	91.0	74.7	89.7
	100.7	72.3	76.3	86.0
Ort	76.6	80.0	77.2	87.0
	63.7	64.7	68.3	73.7
T ₃	68.7	64.7	74.7	77.3
	68.7	65.7	63.7	73.3
Ort	67.0	65.0	68.9	74.8
	48.3	50.0	62.7	48.0
T ₄	66.3	62.0	58.0	64.7
	48.3	49.7	63.0	44.0
Ort	54.3	53.9	61.2	52.2



Şekil 4.3 Sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi

Şekil 4.3' te verilen grafikten de görülebileceği gibi sulama suyu tuzluluğu ve bitki boyu arasında ters bir ilişki gerçekleşmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitki boyunda düşüş gözlenmektedir.

Çizelge 4.5 Araştırmadan elde edilen bitki boylarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	17725.8	5908.6	87.01**	0.000
P	3	193.9	64.6	0.95	0.427
TxP	9	382.8	42.5	0.63	0.766
Hata	32	2173	67.9		
Genel	47	20475.5			

Çizelge 4.6 Elde edilen bitki boyları için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Bitki boyu (cm)	Duncan Grupları
T ₁	107.67	A
T ₂	80.20	B
T ₃	68.93	C
T ₄	55.42	D

Araştırmadan elde edilen bitki boyu verileri ile yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 4.5'te verilmiştir. Varyans analizine göre sulama suyu tuzluluğu bitki boyuna %1 önemlilik derecesinde etki etmiştir. Prolin içeriğinin bitki boyuna bir etkisi olmadığı analiz sonuçlarından görülmektedir.

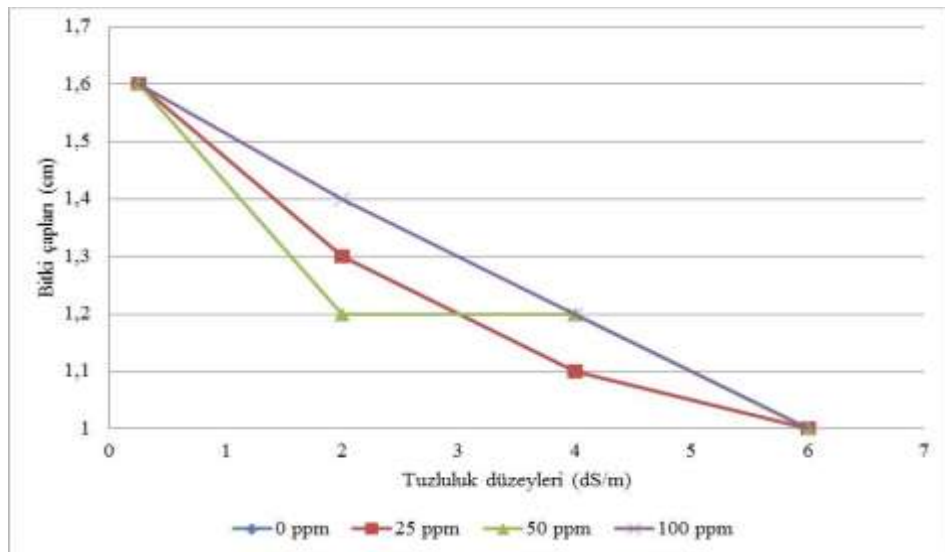
Çizelge 4.6'da verilen Duncan gruplandırmalarında ise en yüksek bitki boyu T₁ konusunda (107.67 cm), en düşük bitki boyu ise T₄ konusunda (55.42 cm) elde edilmiştir. Bu durum tuzluluğun bitki boyuna etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.3 Bitki çapına ilişkin bulgular

Araştırma sonunda ölçümleri yapılarak elde edilen bitki çaplarına ilişkin değerler izelge 4.7’de, farklı sulama suyu tuzluluğu ve bitki çapları arasındaki ilişki ise Şekil 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.7 Araştırmada elde edilen bitki çapı değerleri (cm)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	1.5	1.5	1.6	1.6
T ₁	1.6	1.5	1.5	1.6
	1.6	1.7	1.7	1.6
Ort	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.3	1.3	1.3	1.3
T ₂	1.3	1.5	1.2	1.3
	1.4	1.3	1.3	1.4
Ort	1.3	1.3	1.2	1.4
	1.0	1.0	1.2	1.1
T ₃	1.3	1.2	1.3	1.2
	1.1	1.0	1.1	1.3
Ort	1.1	1.1	1.2	1.2
	1.0	0.9	1.0	1.0
T ₄	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.0	1.0	1.1	1.0
Ort	1.0	1.0	1.0	1.0



Şekil 4.4 Sulama suyu tuzluluğu–bitki çapı ilişkisi

Şekil 4.4'te verilen grafikten de görülebileceği gibi sulama suyu tuzluluğu ve bitki çapı arasında ters bir ilişki gerçekleşmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitki çaplarında düşüş meydana gelmiştir. Araştırmadan elde edilen bitki çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Araştırmadan elde edilen bitki çaplarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	2.31414	0.77139	112.20**	0.000
P	3	0.01083	0.00361	0.53	0.668
TxP	9	0.04750	0.00528	0.77	0.646
Hata	32	0.22000	0.00687		
Genel	47	2.592550			

Çizelge 4.9 Elde edilen bitki çapları için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Bitki çapı (cm)	Duncan Grupları
T ₁	1.5833	A
T ₂	1.3250	B
T ₃	1.1500	C
T ₄	0.99167	D

Varyans analizine göre sulama suyu tuzluluğu bitki çapına %1 önemlilik derecesinde etki etmiştir. Prolin içeriğinin bitki çapına bir etkisi olmadığı analiz sonuçlarından görülmektedir.

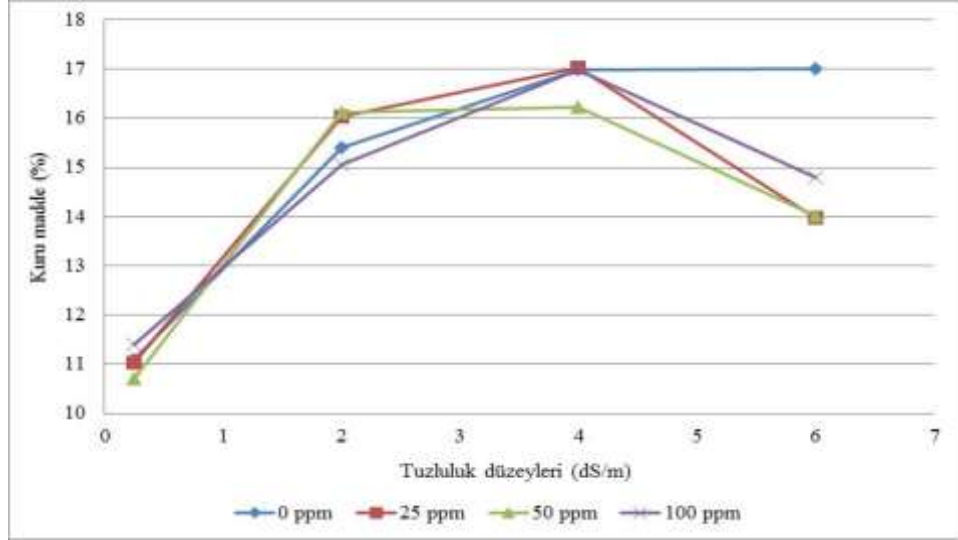
Çizelge 4.9'da verilen Duncan gruplandırmalarında en yüksek bitki çapı T₁ konusunda (1.5833 cm), en düşük bitki çapı ise T₄ konusunda (0.99167 cm) elde edilmiştir. Bu durum tuzluluğun bitki çapına etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca Duncan gruplarına bakıldığında T₁, T₂, T₃, T₄ konuları arasındaki farklılığın %1'e göre önemli olduğu görülmektedir.

4.1.4 Bitki % kuru madde değerlerine ilişkin bulgular

Hasat edilen bitkiler sabit ağırlığa gelinceye kadar 70°C sıcaklıkta ki fırında kurutulduktan sonra yaş ağırlıklarına oranlanarak, bitkide kuru madde oranı belirlenmiştir (Kacar 1972). Elde edilen bitki kuru madde değerleri **izelge 4.10**'da, farklı sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru madde miktarı ilişkisi ise **şekil 4.5**'te verilmiştir.

Çizelge 4.10 Araştırmada elde edilen bitki kuru madde değerleri (%)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	11.226	11.142	10.882	11.048
T ₁	10.959	9.962	10.688	11.408
	11.053	11.964	10.565	11.750
Ort	11.079	11.023	10.712	11.402
	15.493	16.658	15.609	15.225
T ₂	15.472	16.450	17.276	15.478
	15.259	14.980	15.479	14.452
Ort	15.408	16.029	16.121	15.052
	16.479	15.458	14.844	14.761
T ₃	16.096	16.388	17.389	17.619
	18.369	19.248	16.421	18.544
Ort	16.981	17.031	16.218	16.975
	16.874	13.966	14.158	16.234
T ₄	17.522	13.915	13.551	13.848
	16.634	14.058	14.353	14.296
Ort	17.010	13.980	14.021	14.793



Şekil 4.5 Sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru madde miktarı ilişkisi

Çizelge 4.11 Araştırmadan elde edilen bitki kuru madde miktarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	223.808	74.603	73.48**	0.000
P	3	4.663	1.554	1.53	0.225
TxP	9	17.992	1.999	1.97	0.077
Hata	32	32.488	1.015		
Genel	47	278.951			

Çizelge 4.11 incelendiğinde, belirlenen bitki kuru madde miktarlarının varyans analizi sonucunda, sulama suyu tuzluluğunun bitki kuru madde miktarına etkili olduğu görülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre farklı sulama suyu tuzluluğu, bitki kuru madde miktarına %1 önemlilikte etkili olmuştur.

Çizelge 4.12 Elde edilen bitki kuru madde miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırılmaları

Konular	Bitki kuru madde miktarı (%)	Duncan Grupları
T ₁	11.054	C
T ₂	15.653	AB
T ₃	16.801	A
T ₄	14.951	B

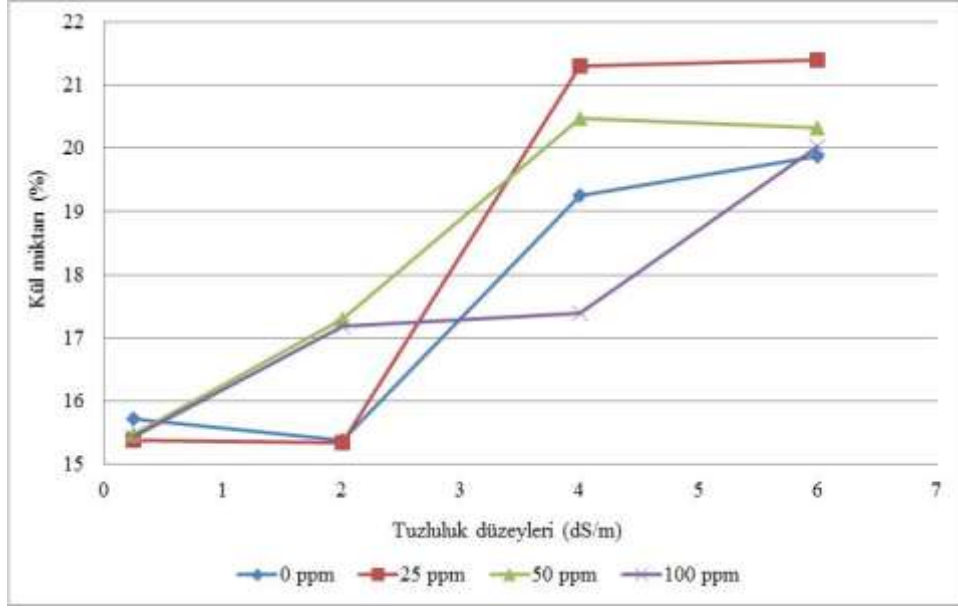
Çizelge 4.12 incelendiğinde, en yüksek bitkide kuru madde miktarının T₃ konusunda, en düşük bitkide kuru madde miktarının ise T₄ konusunda elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, Duncan grupları incelendiğinde, konular arasındaki farklılık %1'e göre; önemli bulunmuştur.

4.1.5 Toplam kül miktarına ilişkin bulgular

Toplam mineral madde içeriğinin belirlenebilmesi amacıyla bitkinin çeşitli organlarında toplam kül miktarı belirlenmiştir (Kacar 1972). Bitkide elde edilen toplam kül değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ilişkin farklı sulama suyu tuzluluğu – toplam kül miktarı ilişkisine ait grafik şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Araştırmada elde edilen bitki toplam kül miktarına ilişkin değerler

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	15.134	15.149	18.935	14.273
T ₁	14.393	15.402	13.511	14.250
	17.627	15.593	13.992	17.798
Ort	15.718	15.381	15.479	15.440
	15.811	13.785	19.939	18.269
T ₂	15.180	13.746	18.270	16.687
	15.153	18.494	13.675	16.568
Ort	15.381	15.342	17.295	17.175
	17.018	21.062	21.172	19.980
T ₃	20.621	20.143	20.148	15.967
	20.092	22.693	20.104	17.853
Ort	19.244	21.299	20.475	17.933
	22.362	19.895	20.287	19.721
T ₄	15.553	19.431	21.700	21.956
	21.680	24.890	19.001	18.403
Ort	19.865	21.405	20.329	20.027



Şekil 4.6 Sulama suyu tuzluluğu-bitkide toplam kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.14 Araştırmadan elde edilen bitki toplam kül miktarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	215.202	71.734	15.67**	0.000
P	3	7.319	2.440	0.53	0.663
TxP	9	27.196	3.022	0.66	0.738
Hata	32	146.479	4.577		
Genel	47	396.196			

Çizelge 4.15 Elde edilen bitki toplam kül miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırılmaları

Konular	Bitkide toplam kül miktarı (%)	Duncan Grupları
T ₁	15.505	C
T ₂	16.298	BC
T ₃	19.738	AB
T ₄	20.407	A

Çizelge 4.14'e göre sulama suyu tuzluluğunun bitkide toplam kül miktarına önemli derecede etkili olduğu görülmektedir. Bitkiye sulama suyu ile verilen prolinin ise toplam kül miktarına etkisi olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.15 incelendiğinde ise en yüksek kül miktarının T₄ konusunda (20.407), en düşük kül miktarının ise T₁ konusunda (15.505) olduğu görülmektedir. Duncan grupları incelendiğinde ise T₁, T₂, T₃, T₄ konuları arasındaki farklılık %1'e göre; önemli bulunmuştur.

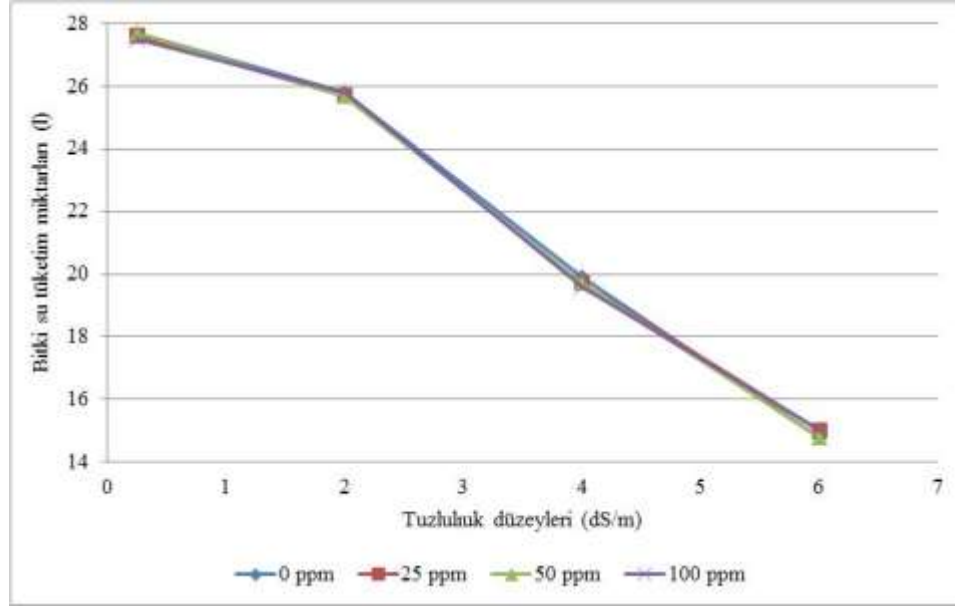
4.1.6 Mevsimlik su tüketimine ilişkin bulgular

Mısır tohumlarının ekimden itibaren araştırma sonuna kadar tükettiği su miktarları ölçülmüş ve bu değerler litre/saksı olarak kaydedilmiştir. Elde edilen su tüketimi değerleri çizelge 4.16'da, farklı sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi grafiği ise şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Yetiştirme periyodunda elde edilen su tüketimi değerleri (l/saksı)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	27.7	27.7	27.7	27.7
T ₁	27.7	27.7	27.7	27.5
	27.7	27.5	27.7	27.5
Ort	27.7	27.6	27.7	27.5
	25.8	25.8	25.5	25.8
T ₂	25.8	25.5	25.8	25.8
	25.8	25.8	25.8	25.8
Ort	25.8	25.7	25.7	25.8
	19.7	19.7	19.7	19.5
T ₃	19.7	19.7	19.7	19.7
	20.2	19.7	19.7	19.7
Ort	19.9	19.7	19.7	19.6
	14.8	15.0	14.8	15.0
T ₄	14.8	15.0	15.0	14.8
	14.8	15.0	14.8	15.3
Ort	14.8	15.0	14.8	15.0

Şekil 4.7’de verilen grafikte de görüldüğü gibi farklı sulama suyu tuzluluğu değerleri bitkide su tüketim miktarını etkilemektedir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitkide su tüketimi azalmaktadır.



Şekil 4.7 Sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi

Çizelge 4.17 Araştırmadan elde edilen bitki su tüketim miktarına ilişkin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	1217.044	405.681	23966.40**	0.000
P	3	0.014	0.005	0.28	0.838
TxP	9	0.303	0.034	1.99	0.074
Hata	32	0.542	0.017		
Genel	47	1217.903			

Çizelge 4.18 Elde edilen ortalama bitki su tüketimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırılmaları

Konular	Ortalama bitki su tüketimi	Duncan Grupları
T ₁	27.638	A
T ₂	25.738	B
T ₃	19.721	C
T ₄	14.896	D

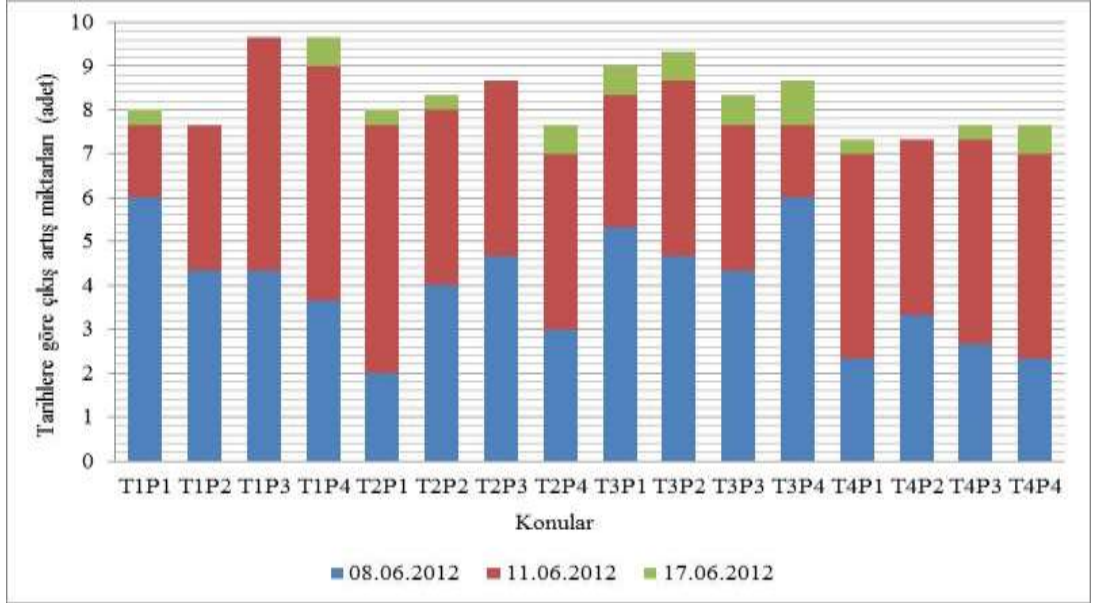
Çizelge 4.17'e göre sulama suyu tuzluluğunun bitki su tüketimine %1 önemlilik derecesinde etkili olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.18'de ise en yüksek bitki su tüketiminin T₁ konusunda (27.638 l/saksı), en düşük su tüketiminin ise T₄ konusunda (14.896 l/saksı) olduğu görülmektedir. Ayrıca Duncan grupları incelendiğinde sulama suyu tuzluluğu konuları arasındaki farklılık %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.1.7 Bitki çıkış oranlarına ilişkin bulgular

Tohumların ekilişinden itibaren 08 Haziran 2012, 11 Haziran 2012 ve 17 Haziran 2012 tarihlerinde sayım yapılarak bitki çıkışları kaydedilmiştir.

Çizelge 4.19 Sayım tarihlerine göre eklemeli olarak hazırlanan bitki çıkış sayılarına ilişkin değerler

	T ₁ P ₁	T ₁ P ₂	T ₁ P ₃	T ₁ P ₄	T ₂ P ₁	T ₂ P ₂	T ₂ P ₃	T ₂ P ₄
08.06.2012	6.0	4.3	4.3	3.7	2.0	4.0	4.7	3.0
11.06.2012	1.7	3.3	5.3	5.3	5.7	4.0	4.0	4.0
17.06.2012	0.3	0.0	0.0	0.7	0.3	0.3	0.0	0.7
	T ₃ P ₁	T ₃ P ₂	T ₃ P ₃	T ₃ P ₄	T ₄ P ₁	T ₄ P ₂	T ₄ P ₃	T ₄ P ₄
08.06.2012	5.3	4.7	4.3	6.0	2.3	3.3	2.7	2.3
11.06.2012	3.0	4.0	3.3	1.7	4.7	4.0	4.7	4.7
17.06.2012	0.7	0.7	0.7	1.0	0.3	0.0	0.3	0.7



Şekil 4.8 Farklı sulama suyu tuzluluğu ve farklı prolin içeriği – bitki çıkış oranı ilişkisi

Çizelge 4.19 ve şekil 4.7 incelendiğinde en fazla çıkış oranının T_1P_3 ve T_1P_4 konularında, en düşük çıkış oranının ise T_4P_1 ve T_4P_2 konularında olduğu görülmektedir.

T_1P_3 ve T_1P_4 konularının tuz içermediği ancak prolin içeriklerinin yüksek olduğu bilinmektedir. T_4P_1 ve T_4P_2 konularında ise tersi durum söz konusudur. Başka bir deyişle bu konuların tuz içerikleri fazla ancak prolin içerikleri düşüktür. Bu durumdan yola çıkarak sulama suyu tuzluluğunun bitki çıkış oranına etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, T_1P_1 ve T_1P_2 konularının T_1P_3 ve T_1P_4 konularındaki bitki çıkış performansını göstermemiş olmaları tuzluluğun dışında prolin içeriği faktörünün de bitki çıkışına etkili olduğunu göstermektedir. Sulama suyu tuzluluğu bitki çıkış oranını olumsuz etkilerken, prolin içeriği artışı bitki çıkış oranına olumlu etkide bulunduğu düşünülmektedir.

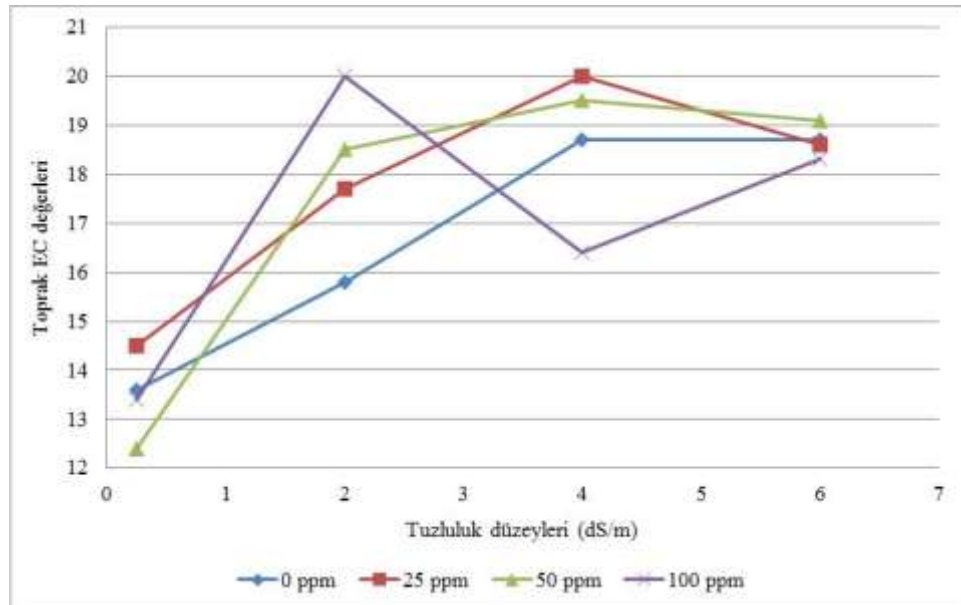
4.2 Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriğinin toprakta yaptığı etkiler incelenmiştir. Bu amaçla toprakların saturasyon eriyiği, elektriksel iletkenliği ve sulama suyu ile toprağa verilen tuzların hasat döneminde toprakta bulunan miktarları ve hasattaki toprak pH değerleri ortalama değerler olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.2.1 Hasattaki toprak tuzluluğuna(EC) ilişkin bulgular

Çizelge 4.20 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak tuzluluğuna ilişkin değerler (EC, dS/m)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	12.3	14.0	13.8	13.0
T ₁	15.6	13.1	11.4	12.6
	13.0	16.2	11.9	14.6
Ort	13.6	14.5	12.4	13.4
	17.0	13.5	18.6	20.0
T ₂	15.4	19.6	18.8	20.0
	15.2	20.0	18.1	19.9
Ort	15.8	17.7	18.5	20.0
	18.4	20.0	18.6	13.1
T ₃	17.7	20.0	20.0	16.9
	20.0	20.0	20.0	19.1
Ort	18.7	20.0	19.5	16.4
	17.4	18.2	20.0	19.5
T ₄	19.2	17.6	17.4	17.3
	19.6	20.0	20.0	18.2
Ort	18.7	18.6	19.1	18.3



Şekil 4.9 Farklı sulama suyu tuzluluğu-toprak EC değeri ilişkisi

Hasat zamanına kadar toprakta birikmiş olan tuz miktarının belirlenmesi için toprakta yapılan analizler sonucu elde edilen toprak EC değerleri çizelge 4.20’de, farklı sulama suyu tuzluluğunun toprak EC değerlerine etkisini gösteren grafik ise şekil 4.9’da verilmiştir. Grafik incelendiğinde tuzluluk arttıkça toprak EC değerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.21 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak tuzluluğuna ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	228.069	76.023	30.42**	0.000
P	3	6.332	2.111	0.84	0.480
TxP	9	51.594	5.733	2.29*	0.041
Hata	32	79.976	2.499		
Genel	47	365.971			

Çizelge 4.22 Elde edilen toprak tuzluluğu değerleri için sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği interaksyonu Duncan gruplandırmaları

Prolin		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Tuz	T ₁	13.63±1.00 C ab	14.453 ± 0.923 C a	12.35 ± 0.742 D b	13.367 ± 0.606 B a
	T ₂	15.847 ± 0.599 B c	17.69± 2.09 B b	18.48 ± 0.208 B ab	19.96 ± 0.04 A a
	T ₃	18.703 ± 0.678 A a	20.00 ± 0.00 A a	19.547 ± 0.453 B a	16.35 ± 1.73 A b
	T ₄	18.730 ± 0.657 A a	18.578 ± 0.725 AB a	19.123 ± 0.877 A a	18.31 ± 0.629 A a

*Büyük harfler sulama suyu tuzluluk düzeylerini, küçük harfler prolin düzeylerini göstermektedir.

Sulama suyu tuzluluğu ile prolin içeriği arasında interaksyonun önemli çıkması, prolin içeriği etkisinin tuzlulukla birlikte değiştiğini ya da sulama suyu tuzluluğu etkisinin farklı prolin içeriği değerlerinde farklılık gösterdiğini belirtmektedir.

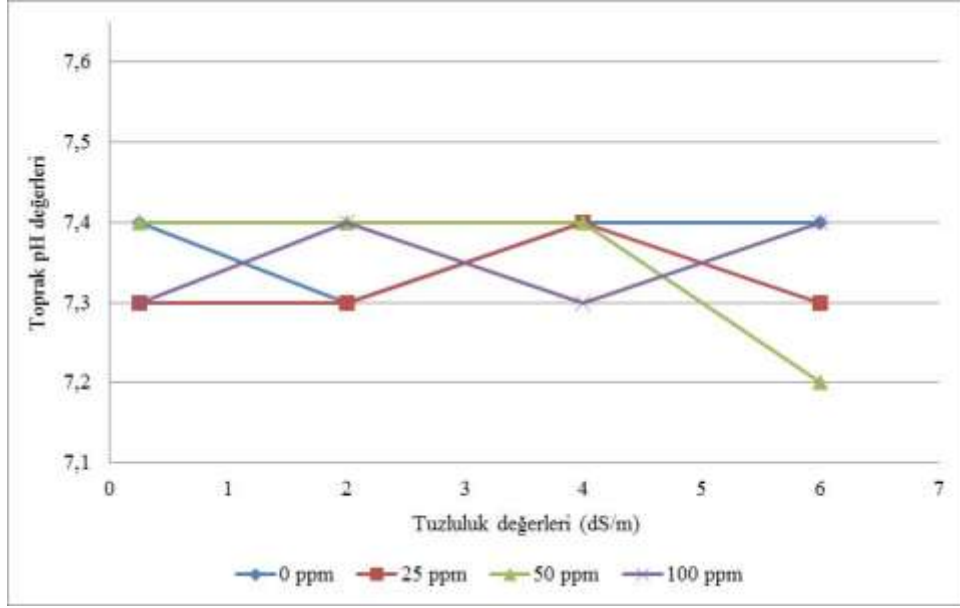
Varyans analizine göre sulama suyu tuzluluğu toprak tuzluluğuna %1 önemlilikte etki ederken sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği arasındaki interaksiyon ise %5 önemlilikte bulunmuştur.

4.2.2 Hasattaki toprak pH sına ilişkin bulgular

Araştırmada hasat sonrası topraklardan alınan örneklerin saturasyon eriyiğinde pH ölçümleri yapılarak toprak pH değerleri kaydedilmiştir. Kaydedilen değerler çizelge 4.23'te verilmiş olup, şekil 4.10'da ise sulama suyu tuzluluğuna bağlı pH değerindeki değişimler sunulmuştur.

Çizelge 4.23 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak pH sına ilişkin elde edilen değerler

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	7.3	7.4	7.7	7.3
T ₁	7.3	7.3	7.2	7.3
	7.7	7.2	7.3	7.3
Ort	7.4	7.3	7.4	7.3
	7.4	7.5	7.3	7.1
T ₂	7.3	7.1	7.2	7.5
	7.2	7.3	7.6	7.5
Ort	7.3	7.3	7.4	7.4
	7.3	7.3	7.3	7.1
T ₃	7.3	7.4	7.2	7.4
	7.6	7.6	7.6	7.3
Ort	7.4	7.4	7.4	7.3
	7.4	7.6	7.4	7.2
T ₄	7.3	7.3	7.2	7.3
	7.5	7.2	7.2	7.6
Ort	7.4	7.3	7.2	7.4



Şekil 4.10 Farklı sulama suyu tuzluluğu-toprak pH değeri ilişkisi

Çizelge 4.24 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprak pH sına ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	0.00652	0.00217	0.07	0.977
P	3	0.02346	0.00782	0.24	0.865
TxP	9	0.14372	0.01597	0.50	0.864
Hata	32	1.02500	0.03203		
Genel	47	1.19870			

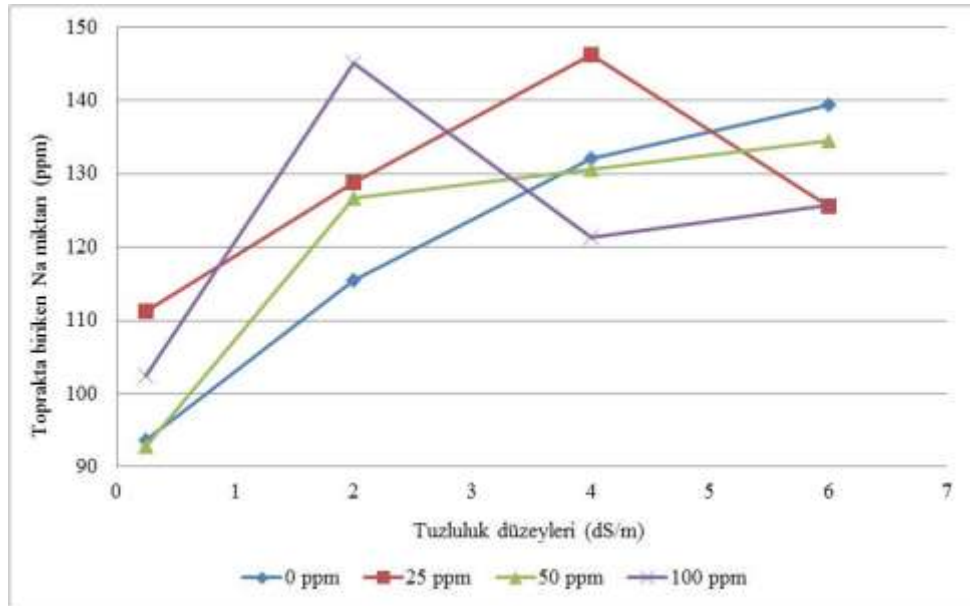
Çizelge 4.24 incelendiğinde, belirlenen toprak pH sına ilişkin değerlerin varyans analizi sonucunda, sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği faktörlerinin toprak pH değerine bir etkisi olmadığı görülmektedir.

4.2.3 Toprakta Sodyum (Na) Birikimine İlişkin Bulgular

Araştırmada hasattan sonra alınan toprak örneklerinin saturasyon eriyiğinde yapılan analizler sonucunda toprakta bulunan sodyum iyonu içeriği değerleri **çizelge 4.25**'de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Na birikimine ilişkin elde edilen değerler, (ppm)

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	83.7	100.5	99.6	99.4
T ₁	10.3	112.5	81.7	101.4
	96.8	121.0	97.1	106.7
Ort	93.6	111.3	92.8	102.5
	128.3	100.3	13.6	151.6
T ₂	104.0	145.6	12.5	142.8
	114.3	140.8	125.1	141.0
Ort	115.5	128.9	126.7	145.1
	130.9	158.0	135.5	100.7
T ₃	117.8	143.5	136.0	122.8
	147.7	137.3	120.3	140.5
Ort	132.1	146.3	130.6	121.3
	129.0	128.3	141.0	130.4
T ₄	151.3	117.8	115.5	113.2
	137.8	130.6	147.4	133.6
Ort	139.4	125.6	134.6	125.7



Şekil 4.11 Farklı sulama suyu tuzluluğu–Na birikimi ilişkisi

Şekil 4.11’de sulama suyu tuzluluğunun sodyum birikimine etkili olduğu görülmektedir. Sodyum birikimi tuzluluk artışına bağlı olarak değişmiş ancak konular arasında bu

değişim farklılık göstermiştir. Bazı konularda tuzluluk artışıyla birlikte sodyum birikiminde de sürekli bir artış görülürken, bazı konularda tuzluluk artışına paralel olmayan dalgalanma görülmüştür.

Çizelge 4.26'da da görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğu faktörü sodyum birikimine %1 önemlilikle etki etmiştir.

Çizelge 4.26 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Na birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	8689.2	2896.4	18.52**	0.000
P	3	440.4	146.8	0.94	0.433
TxP	9	2956.3	328.5	2.10	0.059
Hata	32	5004.2	156.4		
Genel	47	17090.0			

Çizelge 4.27 Elde edilen toprakta Na birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırılmaları

Konular	Toprakta Na birikim miktarı	Duncan Grupları
T ₁	100.06	B
T ₂	129.08	A
T ₃	132.58	A
T ₄	131.33	A

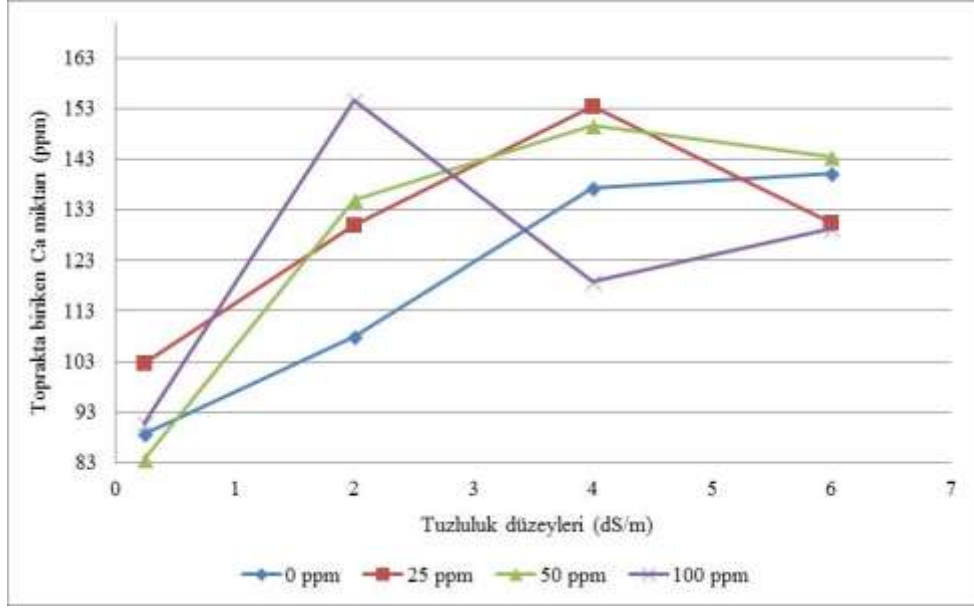
Çizelge 4.27'de Duncan grupları incelendiğinde ise, en yüksek sodyum birikim miktarı T₄ konusunda (131.33 ppm), en düşük sodyum birikim miktarı ise T₁ konusunda (100.06 ppm) görülmüştür. T₁-T₂, T₁-T₃ ve T₁-T₄ konuları arasındaki farklılık %1'e göre önemli bulunmuştur.

4.2.4 Oprakta kalsiyum(Ca) birikimine ilişkin bulgular

Araştırmada hasattan sonra alınan toprak örneklerinin saturasyon eriyiğinde yapılan analizler sonunda toprakta bulunan kalsiyum iyonu içeriği değerleri çizelge 4.28’da verilmiştir.

Çizelge 4.28 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Ca birikimine (ppm) ilişkin elde edilen değerler

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	84.2	93.6	84.2	92.4
T ₁	99.4	93.6	83.6	84.2
	82.4	120.8	83.6	96.2
Ort	88.7	102.7	83.8	90.9
	129.4	86.4	130.6	160.2
T ₂	102.2	151.6	129.6	153.0
	91.8	151.8	144.6	150.4
Ort	107.8	129.9	134.9	154.5
	129.0	153.8	133.0	84.2
T ₃	126.8	149.6	157.2	122.4
	156.2	156.4	158.6	150.2
Ort	137.3	153.3	149.6	118.9
	129.0	127.2	156.4	152.8
T ₄	149.0	129.0	123.0	100.6
	142.6	134.8	150.8	134.2
Ort	140.2	130.3	143.4	129.2



Şekil 4.12 Farklı sulama suyu tuzluluğu–Ca birikimi ilişkisi

Şekil 4.12’de sulama suyu tuzluluğunun kalsiyum birikimine etkili olduğu görülmektedir. Kalsiyum birikimi tuzluluk artışına bağlı olarak değişmiş ancak konular arasında bu değişim farklılık göstermiştir. Bazı konularda tuzluluk artışıyla birlikte kalsiyum birikiminde de sürekli bir artış görülürken, bazı konularda dalgalanma söz konusu olmuştur.

Çizelge 4.29’den da görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğu faktörü kalsiyum birikimine %1 önemlilikle etki etmiştir.

Çizelge 4.29 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Ca birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	18022.7	6007.6	19.26**	0.000
P	3	834.1	278.0	0.89	0.456
TxP	9	5669.6	630.0	2.02	0.070
Hata	32	9982.3	311.9		
Genel	47	34508.6			

Çizelge 4.30 Elde edilen toprakta Ca birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Toprakta Ca birikim miktarı	Duncan Grupları
T ₁	91.52	B
T ₂	131.80	A
T ₃	139.78	A
T ₄	135.78	A

Çizelge 4.30'da Duncan grupları incelendiğinde ise, en yüksek kalsiyum birikim miktarı T₃ konusunda (139.78 ppm), en düşük kalsiyum birikim miktarı ise T₁ konusunda (91.52 ppm) görülmüştür. T₁-T₂, T₁-T₃ ve T₁-T₄ konuları arasındaki farklılık %1'e göre önemli bulunmuştur.

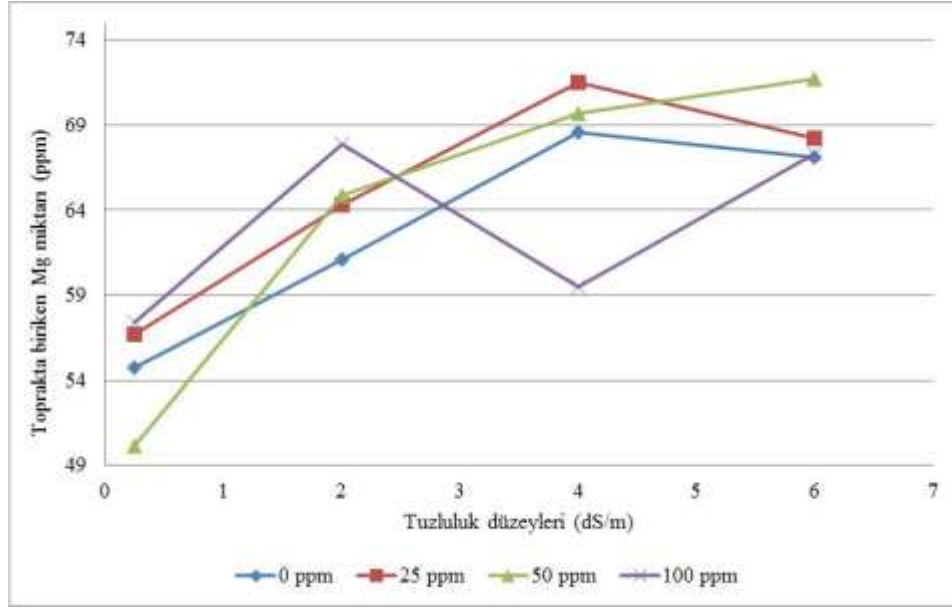
4.2.5 Toprakta magnezyum(Mg) birikimine ilişkin bulgular

Araştırmada hasattan sonra alınan toprak örneklerinin saturasyon eriyiğinde yapılan analizler sonunda toprakta bulunan magnezyum iyonu içeriği değerleri çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Mg birikimine (ppm) ilişkin elde edilen değerler

	P ₁ = 0	P ₂ = 25	P ₃ = 50	P ₄ = 100
	48.1	53.0	52.6	54.2
T ₁	65.9	59.8	49.4	52.3
	50.0	57.4	48.2	65.8
Ort	54.7	56.7	50.1	57.4
	61.4	55.0	62.3	71.6
T ₂	65.8	68.3	68.5	65.8
	56.0	69.7	64.0	66.2
Ort	61.1	64.3	64.9	67.9
	61.8	84.2	68.0	55.3
T ₃	65.8	57.0	70.6	58.7
	78.2	73.4	70.4	64.4
Ort	68.6	71.5	69.7	59.5
	59.6	62.9	71.0	71.2
T ₄	79.1	68.3	65.6	67.9
	62.5	73.4	78.4	62.8
Ort	67.1	68.2	71.7	67.3

Şekil 4.13’de sulama suyu tuzluluğunun magnezyum birikimine etkili olduğu görülmektedir. Magnezyum birikimi tuzluluk artışına bağlı olarak değişmiş ancak konular arasında bu değişim farklılık göstermiştir. Bazı konularda tuzluluk artışıyla birlikte magnezyum birikiminde de sürekli bir artış görülürken, bazı konularda önce artmış daha sonra azalarak devam etmiş, bazı konularda ise öncelikle artış görülmüş daha sonra azalmaya geçen magnezyum miktarı daha sonra yeniden artışa geçmiştir.



Şekil 4.13 Farklı sulama suyu tuzluluğu–Mg birikimi ilişkisi

Çizelge 4.32 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Mg birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	1415.11	471.70	9.96**	0.000
P	3	42.67	14.22	0.30	0.825
TxP	9	427.04	47.45	1.00	0.459
Hata	32	1516.19	47.38		
Genel	47	3401.01			

Çizelge 4.32’den de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğu faktörü magnezyum birikimine %1 önemlilikle etki etmiştir. Toprakta Mg birikimi sulama suyu tuzluluğuna

bağlı olarak artış göstermiş ancak bazı tuzluluk düzeylerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.33 Elde edilen toprakta Mg birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Toprakta Mg birikim miktarı	Duncan Grupları
T ₁	54.73	B
T ₂	64.55	A
T ₃	67.32	A
T ₄	68.56	A

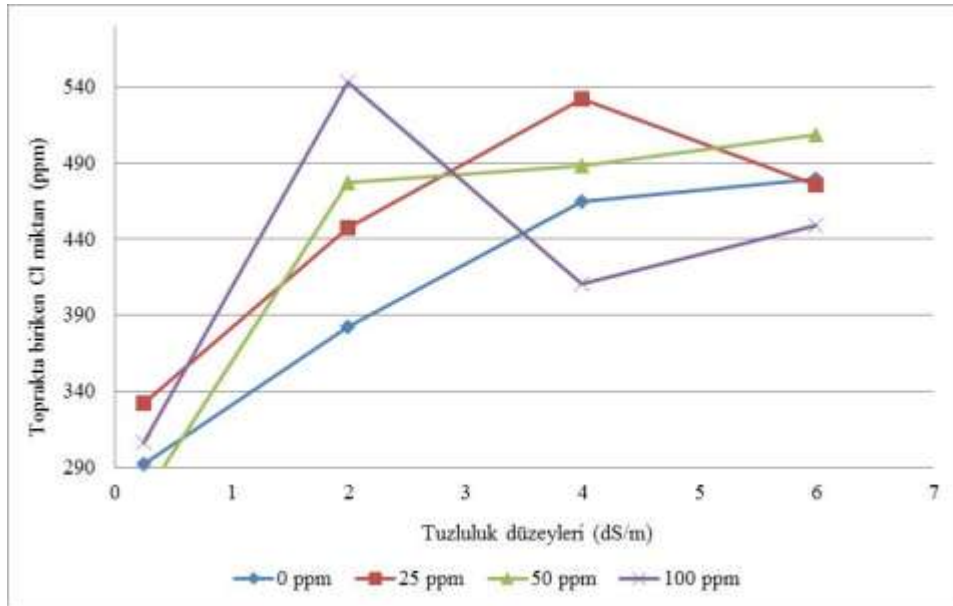
Çizelge 4.33'te Duncan grupları incelendiğinde ise, en yüksek magnezyum birikim miktarı T₄ konusunda (68.56 ppm), en dşuk magnezyum birikim miktarı ise T₁ konusunda (54.73 ppm) grlmştir. T₁-T₂, T₁-T₃ ve T₁-T₄ konuları arasındaki farklılık %1'e göre önemli bulunmuştur.

4.2.6 Toprakta klor (Cl) birikimine ilişkin bulgular

Araştırmada hasattan sonra alınan toprak örneklerinin saturasyon eriyiğinde yapılan analizler sonunda toprakta bulunan klor iyonu içeriği değerleri izelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Cl birikimine ilişkin elde edilen değerler

	P ₁ =0	P ₂ =25	P ₃ =50	P ₄ =100
	237.1	303.2	299.3	307.1
T ₁	366.4	291.5	247.4	247.4
	272.6	402.6	264.5	363.5
Ort	292.0	332.4	270.4	306.0
	438.1	289.7	477.5	587.2
T ₂	367.1	520.1	470.4	520.1
	342.6	531.4	484.2	521.1
Ort	382.6	447.1	477.4	542.8
	400.8	573.3	427.1	303.2
T ₃	438.1	497.7	517.2	422.1
	555.6	524.7	520.8	505.9
Ort	464.8	531.9	488.4	410.4
	413.6	495.9	588.6	466.8
T ₄	555.6	438.1	414.3	395.5
	470.4	492.4	523.6	485.3
Ort	479.9	475.5	508.8	449.2



Şekil 4.14 Farklı sulama suyu tuzluluğu-Cl birikimi ilişkisi

Şekil 4.14'te sulama suyu tuzluluğunun klor birikimine etkili olduğu görülmektedir. Klor birikimi tuzluluk artışına bağlı olarak değişmiş ancak konular arasında bu değişim

farklılık göstermiştir. Genellikle tuzluluğa paralel olarak klor birikiminde artış görülmüştür.

Çizelge 4.35 Araştırmada hasat sonrası elde edilen toprakta Cl birikimine ilişkin değerlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
T	3	265832	88611	19.64**	0.000
P	3	11444	3815	0.85	0.479
TxP	9	62944	6994	1.55	0.173
Hata	32	144409	4513		
Genel	47	484629			

Çizelge 4.35’den de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğu faktörü klor birikimine %1 önemlilikle etki etmiştir.

Çizelge 4.36 Elde edilen toprakta Cl birikimi değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırılmaları

Konular	Toprakta Cl birikim miktarı	Duncan Grupları
T ₁	300.2	B
T ₂	462.5	A
T ₃	473.9	A
T ₄	478.3	A

Çizelge 4.36’da Duncan grupları incelendiğinde, en yüksek klor birikim miktarı T₄ konusunda (478.3 ppm), en düşük klor birikim miktarı ise T₁ konusunda (300.2 ppm) görülmüştür. T₁-T₂, T₁-T₃ ve T₁-T₄ konuları arasındaki farklılık %1’e göre önemli bulunmuştur.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu bölümde yapay olarak oluşturulmuş farklı prolin içeriği düzeyleri ile farklı seviyelerdeki sulama suyu tuzluluğunun, lizimetrelerde yetiştirilen mısır bitkisi verimi, bitki özellikleri ve toprak özelliklerine olan etkisini araştırmak üzere yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve sonuçların genel tartışmaları yapılarak bazı öneriler geliştirilmiştir.

Araştırmaya ait mısır bitkisi verimine ilişkin sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Mısır bitkisinde tuzluluk ve prolin içeriği faktörleri ele alındığında, verime karşı prolin içeriğinin bir etkisi olmadığı buna karşın sulama suyu tuzluluğundaki farklılıkların mısır bitkisinde verime önemli derecede etkili olduğu saptanmıştır. Sulama suyu açısından en yüksek verim T_1 konusunda, en düşük verim ise T_4 konusunda elde edilmiştir. Sonuç olarak sulama suyu tuzluluğundaki artışın mısır bitkisi veriminde düşüşe yol açtığı görülmüştür. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama verim değerleri büyükten küçüğe $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ konularında sırasıyla 253.56 > 119.40 > 60.61 > 35.84 g/saksı olarak bulunmuştur.

Prolin içeriği düzeyi ve sulama suyu tuzluluğundaki değişimlerin bitki boyuna etkisi incelenmiş olup elde edilen sonuçlara göre, prolin içeriği değişiminin bitki boyuna bir etkisi bulunmadığı, sulama suyu tuzluluğu faktöründeki değişimlerin ise bitki boyunu önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek boy değeri T_1 konusunda, en düşük boy değeri ise T_4 konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması bitki boyunda önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama bitki boyu değerleri büyükten küçüğe $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ konularında sırasıyla 107.67 > 80.20 > 68.93 > 55.42 cm olarak bulunmuştur.

Farklı sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği düzeylerinin bitki çapına olan etkileri incelenmiş ve farklı sulama suyu tuzluluğunun bitki çapında elde edilen değerlere önemli ölçüde etki ederken, prolin içeriği faktörünün bitki çapı için elde edilen değerler üzerinde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu açısından en büyük bitki çapı değeri T_1 konusunda, en düşük bitki çapı değeri ise T_4 konusunda elde

edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması bitki çapında önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama bitki çapı değerleri büyükten küçüğe $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ konularında sırasıyla $1.5833 > 1.3250 > 1.1500 > 0.99167$ cm olarak bulunmuştur.

Farklı sulama suyu tuzluluğu değerlerinin bitkide % kuru madde miktarına olan etkileri incelenmiş ve farklı sulama suyu tuzluluğu değerlerinin bitkide kuru madde için elde edilen değerler üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek % kuru madde miktarı değeri T_2 ve T_3 konularında, en düşük % kuru madde miktarı değeri ise T_1 konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması % kuru madde miktarı değerlerinde genel olarak artışa neden olmuş bununla birlikte konular arasında farklılıklar gözlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama % kuru madde miktarı değerleri $T_3 > T_2 > T_4 > T_1$ konularında sırasıyla $16.801 > 15.653 > 14.951 > 11.054$ olarak bulunmuştur. Yapılan analizlerde prolin düzeyinin ise bitki kuru madde miktarına etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Farklı sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği düzeylerinin bitkide toplam kül miktarına olan etkileri incelenmiş ve farklı sulama suyu tuzluluğunun toplam kül miktarında elde edilen değerlere önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Prolin içeriği faktörünün ise toplam kül miktarı değerleri için elde edilen değerler üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama toplam kül miktarı değerleri $T_4 > T_3 > T_2 > T_1 >$ konularında sırasıyla % olarak $20.407 > 19.738 > 16.298 > 15.505$ bulunmuştur.

Farklı sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği düzeylerinin mevsimlik su tüketimine olan etkileri incelenmiş ve farklı sulama suyu tuzluluğu değerlerinin mevsimlik su tüketimi değerlerine önemli ölçüde etki ederken, prolin içeriği faktörünün mevsimlik su tüketimi için elde edilen değerler üzerinde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu açısından en büyük mevsimlik su tüketimi değeri T_1 konusunda, en düşük su tüketimi değeri ise T_4 konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması su tüketiminde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama mevsimlik su tüketimi değerleri büyükten küçüğe sıralandığında $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ konularında, sırasıyla $27.638 > 25.738 > 19.721 > 14.896$ l/saksı olarak bulunmuştur.

Hasattaki toprak tuzluluğu değerleri incelendiğinde sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği değerlerinin birbiriyle olan etkileşiminin toprak tuzluluğuna etkili olduğu ayrıca sulama suyu tuzluluğu faktörünün tek başına bu değerler üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu artışıyla toprak tuzluluğu değeri artmaktadır. Sonuçlar doğrultusunda prolin içeriği etkisinin tuzlulukla birlikte değiştiiğini ya da sulama suyu tuzluluğu etkisinin farklı prolin içeriği değerlerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Hasattaki toprak pH değerleri incelendiğinde ise sulama suyu tuzluluğu ve prolin içeriği düzeyi faktörlerinin her ikisinin de toprak pH'sı üzerine bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Ayrıca hasat sonrası toprak örneklerinde yapılan incelemelerde ise toprakta meydana gelen sodyum, kalsiyum, magnezyum ve klor elementlerinin birikimine sulama suyu tuzluluğunun önemli ölçüde etkili olduğu, prolin içeriği faktörünün ise bu değerlere bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak, sulama suyu tuzluluğu açısından söz konusu iyonların toprakta birikim değerleri konulara göre büyükten küçüğe sıralandığında $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ şeklinde olmaktadır. Söz konusu iyonlar için şehir şebeke suyuna ait T_1 konusunun diğer üç konudan farklılığı istatistiksel olarak farklı bulunurken, sulama suyu tuzluluğundaki artışın tüm iyonların birikimi konusunda artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

İstatistiksel veriler doğrultusunda farklı sulama suyu tuzluluğu değerlerinin bitkinin fiziksel özelliklerinde önemli ölçüde etkili olduğu belirtilmiştir. Aynı doğrultuda şekil 5.1 incelendiğinde konular arasındaki fiziksel farklılıklar görsel olarak da görülebilmektedir. Prolin içermeyen bu dört konuda sulama suyu tuzluluğu faktörünün bitkiler üzerinde meydana getirmiş olduğu farklılıklar dışarıdan bakıldığında da belirgin bir şekilde görülmektedir. Bitki yeşil aksamında boy, renk, çıkış oranı, bitki çapı, gibi tüm özelliklerde sulama suyu tuzluluğu artışıyla paralel olarak bir gerileme gözlenmektedir.



Şekil 5.1 T₁P₁-T₂P₁-T₃P₁-T₄P₁ konuları arasında görsel karşılaştırma

5.1 Öneriler

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, mısır bitkisi için prolin içeriği-verim ve sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkilerini göstermektedir. Bu nedenle benzer şartlara sahip alanlarda gerek proje fizibilitesinin belirlenmesinde, gerekse diğer prolin içeriği ve sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkilerine dayalı çalışmalar için araştırmanın sonuçları kullanılabilir.

Dünya’da su kaynaklarının tükenmekte olduğu bu konuya ilişkin hemen her çalışmada gündeme gelmektedir ancak bilindiği gibi Dünya’nın $\frac{3}{4}$ ’ü sudur. Bu orana bakıldığında su sorunu olmaması gerektiği düşünülmektedir. Günümüzde söz konusu olan su sorunu ise var olan deniz, okyanus, göl kaynaklarının tarımsal sulama için elverişli hale getirilememesi ya da tuzlu sulama koşullarına uygun tarımsal çalışmaların yetersiz kalması sebebiyle meydana gelmektedir. Bu durum ancak tuzlu sulama sularının etkin kullanımıyla verim kaybı olmadan yetiştiricilik yapılması başarılabilir olduğunda ortadan kalkacaktır.

Ülkemizde sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkisine dayalı bir çok çalışma bulunmasına karşın, prolin içeriği-verim ilişkisine dayalı çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Domates embriyo kültürü sisteminde Tıyrıdamaz ve Karakullukçu (1993), yaptıkları çalışmada tuz uygulanan ve uygulanmayan kontrol ortamlarında embriyo gelişimi üzerine etkisini incelerken diğer yandan da bu kültürlere farklı dozlarda prolin ve glisinbetain uygulaması yaparak prolin ve glisinbetain ilave edilmesinin embriyo gelişimi üzerine olumlu etki ettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin tuz stresine toleransı arttırmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, sera koşullarında verim açısından yapmış olduğumuz bu çalışmada analiz ve araştırmalar yapılmış olup herhangi bir verim artışı elde edilememiştir.

Prolin içeriği-verim konusunda Bian vd. (1988), yaptıkları çalışmada prolinin, genellikle stres koşullarında salınımı yapılan, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması için meydana gelen, indikatör görevini gerçekleştiren, suda çözünebilir bir aminoasit olduğunu ifade etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmamızda ise sulama suyuna ilave etmiş olduğumuz prolinin bitki tarafından alınamamış olabilme olasılığı söz konusudur.

Hong-Bo vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tuz stresine adaptasyonun genellikle prolin, betain, potasyum ve çözünebilir şeker gibi ozmo regülatörler ile sağlandığını ifade etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada prolinin bu özelliğinden yararlanmayı hedeflenmiş sulama suyuna prolin katılmış ve etkisi yetiştirilen bitkiler üzerinde araştırılmıştır.

Yakıtı ve Tuna (2006), da yaptıkları bir araştırmada tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve magnezyumun (Mg) etkilerini araştırmışlardır. Mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yaptığını, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafiflettiğini, prolin oranının tuz uygulamasıyla beraber arttığını belirtilmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada bu araştırmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Benzer çalışmalarla da prolinin sulama suyu tuzluluğu ve bitkide oluşturduğu tuz stresi koşulları altında bitki verimine olumlu etkilerde bulunduğu desteklenmiştir.

Sulama suyu tuzluluğunun yüksek olması, silajlık mısır veriminde, bitki boyunda ve çapında, bitki çıkış oranında azalma, toprakta tuzlulaşma gibi olumsuz özelliklere neden olduğundan, yetiştiricilikte mümkün olduğunca iyi kalitede su kullanılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kaynakları (kanal suyu, yeraltı suyu v.b) söz konusu olduğundan, bu suların ekonomikliği değerlendirilirken su ücreti yanında bitki verimine olan etkileride düşünülerek ekonomik analiz yapılmalı ve mümkün olduğunca iyi kaliteli su kullanılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kullanımı söz konusu olduğunda, bu suların çok kurak dönemlerde kullanılmaması, nispeten yağışın olduğu dönemlerde kullanılmasına özen gösterilmelidir. Alternatif su kaynaklarının olduğu koşullarda su kalitesi-verim ilişkisinde optimum noktanın bulunması açısından, bitkinin farklı gelişme periyotlarında, farklı kalitede uygulanan sulama sularının verime etkisinin incelendiği araştırmalar dikkate alınmalıdır. Dünyanın birçok yerinde tuzlu su kullanmanın zorunlu olması nedeniyle, tuzlu suyun oluşturduğu verim düşüklüğünü ortadan kaldırmaya yönelik arayışlar sürdürülmeli ve bu konuda alternatif yöntemler ayrıntılı olarak değerlendirmeye alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akıncı, İ.E. 1999. Screening Some Turkish Melon Genotypes at The Germination Level For Tolerance to Salinity. Proc. 1st Int. Symp. On Cucurbits. Act.Hort. 492: 193-200. Shannon, M.C., Grieve, C.M., 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. Scientia Hort. 78: 5-38.
- Aktaş, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tez., Adana, 105 s.
- Alparslan, M., Güneş, A., Taban, S., Erdal . ve Tarakcıoğlu C. 1995. Tuz Stresinde Çeltikve Buğday Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan İçeriklerinde Değişmeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 22 (1998): 227-233, TÜBİTAK.
- Anonim . 2013 Web Sitesi : www.cukurovataem.gov.tr, Erişim tarihi: 05.12.2013
- Anonim . 2013 Web Sitesi : www.tarimziraat.com, Erişim tarihi: 05.12.2013
- Anonymous. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Of Agriculture No: 60, USA
- Anonymous. 2004. Water and Food to 2025. Policy Responses to Threat of Scarcity.
- Asraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206-216. Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1989. Water Quality for Agriculture. FAO Irrig. And Drain FAO Paper, No: 29, pp. 1-174, Rome.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1989. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation of the Drainage Paper No: 29. 163 s. Rome.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders kitabı: 344, 1-282 s., Ankara.
- Bian, Y.M., Chen, S.Y. and Xie, M.Y. 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants. Plant Physiol. Commun., 6: 19-21 Borsani, O., Valpuesta, V., Botella, M.A., 2003. Developing Salt Tolerant Plants in A New Century: A Molecular Biology Approach. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 73: 101-115.
- Borsani, O., Valpuesta, V. And Botella, M.A., 2003. Developing salt tolerant plants in a new century: amolecular biology approach.
- Çulha Ş. ve Çakırlar H., 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 11 (2011) 021002: 11-34.

- Debouba, M., Gouia, H., Suzuki, A. and Ghorbel, M.H. 2006. NaCl Stress Effects on Enzymes Involved in Nitrogen Assimilation Pathway in Tomato "*Lycopersicon Esculentum*" Seedling. *Journal of Plant Physiology*, 163: 1247-1258
- El-Ashry, M.T. 1991. Policies for Water Resource Management in Semi-Arid Regions. *International Journal of Water Resources Development*.
- Falkenmark, M. and Rockstrom, J. 1993. Curbing Rural Exodus From Tropical Drylands. FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin 52, FAO, Rome.
- Franco, J.A., Esteban, C. and Rodriguez, C. 1993. Effect of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon Cv. Revignal. *J. Hort., Sci.*, 68: 899-904.
- Garca-Sanchez, F., Carvajal, M., Porpas, I., Bota, P. and Mantez, V., 2003. Effects of Salinity and Rate of Irrigation on Yield, Fruit Quality and Mineral Composition of "Firo 49" Lemon. *European Jour. Of Agronoöy*, 19 (3): 427-437.
- Genişel M. and Dumlupınar R., 2013. Determination of Protective Role of Bone Powder Solution in Bean Seedlings Exposed to NaCl Toxicity. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü TR-04100, Ağrı. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü TR-25240, Erzurum. *Adyütayam Cilt 1, Sayı 1: 1-10, 2013.*
- Ghassemi F.A., Jakeman J. and Nix H.A. 1995. Salinisation of Land and Water Resources. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra ACT 0200. Australia. Greenway H., Munns R., 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Non-Halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 149-190.
- Greenway, H. and Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31.
- Hong-Bo, S., Xiao-Yan, C., Li-Ye, C., Xi-Ning, Z., Gangh, W., Yongbing, Y., Chang-Xing, Z. and Zan-Min, Z. 2006. Investigation on The Relationship of Proline with Wheat Anti-Drought under Soil Water Deficits. *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, 53: 113-119
- Jacoby, B. 1994. Mechanisms Involved in Salt Tolerance By Plants, In: Pessaraki, M.(Eds.), *Handbook Of Plant And Crop Stres*. Marcel Dekker, Newyork, 97-123.
- Jones, J.R., Pike, L.M. and Yourman, L.F., 1989. Salinity Influences Cucumber Growth and Yield. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 114: 547-551.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, s.1-646, Ankara.

- Kanber, R., Kırdar, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders kitapları Yay. No. 6, Adana, 341 s.
- Kaya, C., Tuna, A.L., Ashraf, M. and Altunlu, H. 2007. Improved Salt Tolerance of Melon(*Cucumis melo* L.) by the Addition of Proline and Potassium Nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 397-403.
- Kotuby, J., Koenig, R. and Kitchen, B., 1997. Salinity and plant tolerance. Utah State University Extension, AG-SO-03, Utah.
- Köşkeroğlu, S. 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 106 s.
- Lacerda, C.F., Cambraria, J., Olivia, M.A., Ruiz, H.A. and Prisco, J.T. 2003. Solute Accumulation and Distribution During Shoot and Leaf Development in Two Sorghum Genotypes under Salt Stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49: 107-120.
- Lal, R. 1991. Current Research on crop water balance and implications for the future. In: *Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone* Eds.
- Marchner, H. 1995. Saline Soils, In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, (1995) pp. 657-680.
- Matysik, J. and B.A. Bhalu, P. 2002. Mohanty, Molecular Mechanism of Quenching of Reactive Oxygen Species by Proline Under Stress in Plants. *Curr. Sci.*, 82: 525-532.
- Munns, R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. *New Phytol.*, 167:645-663.
- Öztürk, A. 1997. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Tabansuyu Derinliğinin Havuç Bitkisinin Bazı Özelliklerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt: 3, Sayı: 2, 365.s.
- Öztürk, A., Ünlükara, A., İpek, A. and Gürbüz, B. 2004. Effects of Salt Stress and Water Deficit on Plant Growth and Essential Oil Content of Lemon Balm (*Melissa Officinalis* L.), *Pakistan Journal of Botany*, pp. 36(4): 787-792.
- Rhoades J.D.1987. The Problem of Salt in Agriculture. - Yearbook of Science and the Future. *Encyclopaedia Britannica* Chicago.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A. and Mashali, A.M. 1992. The Use of Saline Water for Crop Production. *FAO Irrig. An Drain*, Rome, Paper No: 48, pp. 1-133.

- Rhoades, J. D. 1992. Recent Advances in the Methodology for Measuring and Mapping Soil Salinity. Proc. Int Symp. On Strategies for Utilizing Salt Affected Lands, ISSS Meeting, Feb. 17-25, Bangkok, Thailand.
- Richards, L.A. 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60.
- Safi S., Şimşek H. ve Ünlükara A., 2013. Su ve Tuzluluk Stresinin Mürdümük'te (*Lathyrus sativus* L.) Bitki Büyüme, Gelişme, Verim ve Su Tüketimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi E-ISSN: 2147-8848(2013) 30(1): 1-12.
- Shannon, MC. and Grieve CN.1999. Tolerance of vegetables to salinity. Sci Hort 78: 5-38
- Sönmez N. ve Ayyıldız M. 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhisi ve Islahları. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Tıprıdamaz, R. ve Karakullukçu, Ş., 1993. Prolin ve Glisinbetain'in, Tuzlu Koşullarda Kültüre Alınmış Domates Embriyolarının Gelişmesi ve Bazı İçsel Madde Değişimleri Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. Of Botany, 17: 57-64.
- Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. ve Taban, S. 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Chlorophyll Concentrations on Maize Plant. African Jour. of Agricul. Research, 4(9): 893-897.
- Yakıtı, S. ve Tuna, L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'un etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 59-6759.
- Yaşar, F. 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 s.
- Yılmaz E., Tuna A.L. ve Bürün B., 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 7.1 (2011): 47-66.
- Yudelman, M. 1994. Feeding the World. Int. Irrig. Manage. Institute Rev. 8(1) 4±15. R.K. Pandey and. / Agricultural Water Management 46 (2000) 1±13.
- Yurtseven E. ve Öztürk A., 1996. Sulanan Alanlarda Sulama Yöntemi ve Su Kalitesine Bağlı Olarak Tuz Dengesindeki Değişmeler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 1997, Ankara, s. 3(1) 6-13.
- Yurtseven, E. 2001. Sulamada Tuzluluk Yönetimi Ders Notları, s. 1-26, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ceren AYVAZ

Doğum Yeri : Ankara/Çankaya

Doğum Tarihi : 21.01.1987

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kutum ve Yıl)

Lise : Özel Bilim Fen Lisesi (2004)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve
Sulama Bölümü (2010)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve
Sulama Bölümü (Eylül 2010- Nisan 2014)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Acıbadem Hayat ve Sağlık A.Ş. (2008)

Bereket Radyo, Televizyon, Yayıncılık A.Ş. (2011-2012)

İNG Bank A.Ş. (2013-...)