

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TUZLU SULAMA SUYU OKSİJEN İÇERİĞİNİN BİBER BİTKİSİ VERİMİ  
VE GELİŞMESİNE ETKİSİ**

**Alper TEZCAN**

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2009**

**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TUZLU SULAMA SUYU OKSİJEN İÇERİĞİNİN BIBER BİTKİSİ VERİMİ VE GELİŞMESİNE ETKİSİ

Alper TEZCAN

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Fatih SELENAY

Tarımda verim artışı sağlamak esas amaçtır. Verim artışını sağlayan en önemli girdilerden birisi ise sulamadır. Diğer girdiler sabit tutulduğunda, sadece sulama ile verim önemli ölçüde artırılabilir. Ancak sulama suyu ile birlikte, suda erimiş halde bulunan katı maddelerin (tuzların) varlığını ve etkilerini de göz önünde tutmak gerekir. Bu tuzların miktar ve cinsi, sulama suyunun kalitesini belirler. Günümüzde, dünyadaki yerüstü ve yeraltı su potansiyeli açısından yeterli miktarda kaliteli su bulunmaması, daha düşük kaliteli suların kullanımını zorunlu hale getirmiştir.

Kalitesi iyi olmayan sular, tarım yapılabilir toprakların kısa sürede üretim dışı kalmasına neden olabilmektedir. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bu sorun daha da önem taşımaktadır. Çünkü bu bölgelerde toprakta birikebilecek tuzların yıkanması için su yetersiz, sıcaklık nedeniyle bitki su tüketimi yüksek ve çoğunlukla da doğal drenaj yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada, yapay yollarla elde edilmiş 5 farklı tuzluluk seviyesi (0.25, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00 dS/m) ve 3 farklı oksijen konsantrasyonuna (6.00, 8.00, 10.00 mg/l) sahip sulama sularının, sera koşullarında faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak biber yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda; bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişiklikler, bitki verimi, kuru madde miktarı ve fiziksel kalite bakımlarından değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, denenen üç oksijen uygulamasının istatistiksel anlamda verimi etkilemediği buna karşın konulara uygulanan su çözeltisinin elektriksel iletkenlik (EC) düzeyi arttıkça veriminin azaldığı saptanmıştır.

Bitki kalitesine ilişkin olarak incelenen kök derinliği, meyve ağırlığı, boyu ve gövde çapı değerlerinin oksijen uygulamaları yönünden konular arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmadığı, buna karşın tuzluluk uygulamalarının konular üzerindeki etkilerinin birbirinden farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir.

**Ağustos 2009, 78 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Tuzluluk, Sulama Suyu, Oksijen İçeriği, Biber, Verim, Gelişme.

## **ABSTRACT**

Ph.D.Thesis

### **EFFECT OF OXYGEN CONTENT IN SALINE IRRIGATION WATER ON PEPPER YIELD AND GROWTH**

Alper TEZCAN

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

Supervisor: Prof. Dr. M. Fatih SELENAY

Increasing the yield is the main objective in agriculture. One of the significant inputs that provides yield increase is irrigation. In the event that the other inputs are maintained as constant, the yield can be increased significantly by only irrigation. However, in conjunction with the irrigation water, the existence and the impacts of the soluble salts included in the water should be taken into account. The amount and the type of these salts determine the quality of irrigation water. There is not enough water of good quality in the world in terms of either the surface or groundwater, as a result of this; low quality water is inevitably used in irrigation.

Poor quality water may affect the soil of agricultural areas in short time and those lands might become out of production anymore. This problem is much more important in arid and semi-arid regions, because of the fact that the water is inadequate to wash the salts to be accumulated in the soil and also water consumption of the plants is high-level due to the high temperature and natural drainage is mostly insufficient.

In this study, irrigation waters obtained artificially in 5 different salinity levels (0.25, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00 dS/m) and 3 different oxygen concentrations (6.00, 8.00, 10.00 mg/l) in greenhouse conditions. At the end of the study, the probable changes in the plant yield, dry matter and physical quality were evaluated, when these waters used in the production of pepper, with 3 replications, in factorial design.

The results showed that there was no significant difference between three oxygen levels in respect to yield, whereas yield decreased dramatically with the increase of salinity.

Effects of oxygen levels on plant quality parameters such as depth of root, fruit weight, plant height and stem diameter was not found statistically significant whereas effects of EC levels were found to be significant.

**August 2009, 78 pages**

**Key Words:** Salinity, Irrigation Water, Oxygen Content, Pepper, Yield, Growth.

## TEŞEKKÜR

Bana bu konuda tez hazırlama olanağı sağlayan, araştırmamı yönlendiren Ankara Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. M. Fatih SELENAY'a, Temel Bilimler Araştırma Grubu (TBAG) 108O264 no'lu Proje kapsamında tez çalışmama destek vererek çalışma olanaklarımı genişleten TÜBİTAK'a ve bu projenin yürütücüsü olan sayın hocam Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK'e, değerli görüşleri ile bana yol gösteren tez izleme komitesi üyesi, Namık Kemal Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Selçuk ALBUT hocama, değerli görüşlerinden yararlandığım Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Öğretim Üyelerine, araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde emeği geçen Nedim BIYIK'a, araştırmada bazı analizlerin yapılmasında bana destek veren Araştırma Görevlisi Duygu KESMEZ'e, araştırmamın yürütüldüğü yıllarda bölümümüzde staj yapan ve bu süre içerisinde denemelerde özveri ile çalışan bölümümüz öğrencilerine, araştırmada bitki, toprak ve sulara ait bazı analizlerin yapılmasında emeği geçen Toprak Bölümü elemanlarına, tüm hayatım boyunca ve çalışmam esnasında maddi manevi bana her konuda destek olan sevgili aileme, tez metninin düzenlenmesinde ve çalışmam boyunca bana her türlü yardımda bulunan ve destek olan eşim Zeliha TEZCAN'a, teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Hızlı Destek Programı tarafından desteklenmiştir.

Alper TEZCAN

Ankara, Ağustos 2009

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	II
ABSTRACT.. .....	IV
TEŞEKKÜR .....	IV
SİMGELER DİZİNİ .....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	X
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal .....	19
3.1.1 Araştırma yerinin tanıtılması .....	19
3.1.2 Toprak özellikleri.....	20
3.1.3 Bitki özellikleri .....	20
3.1.4 Sulama suyu özellikleri .....	22
3.1.5 Denemede kullanılan lizimetreler.....	23
3.1.6 Denemede kullanılan kimyasal maddeler.....	24
3.1.7 Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar .....	24
3.2 Yöntem .....	24
3.2.1 Deneme düzeni .....	24
3.2.2 Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler.....	27
3.2.2.1 Serada lizimetrelerin oluşturulması.....	27
3.2.2.2 Uygulanan tarım tekniği .....	28
3.2.2.3 Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi .....	29
3.2.3 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler .....	30
3.2.3.1 Toprak tuzluluk analizleri .....	30
3.2.3.2 Sulama suyu kalite analizleri .....	31
3.2.3.3 Bitki analizleri .....	31
4. ARAŞTIRMADA ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
4.1 Bitki Verimine İlişkin Bulgular .....	34
4.2 Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular .....	38

<b>4.3 Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular</b>	<b>51</b>
4.4.1 Meyve kalite analizi bulguları	51
4.4.2 Yaprak kalite analizi bulguları	56
<b>4.5 Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları</b>	<b>61</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>69</b>
5.1 Biber Verimine İlişkin Sonuçlar	69
5.2 Bitki Özelliklerine İlişkin Sonuçlar	69
5.3 Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar	70
5.4 Öneriler	71
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>73</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>78</b>

## SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
CO <sub>3</sub>	Karbonat
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum klorür
dS	DesiSiemens
dS/m	DesiSiemens/metre
DSY	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
Ec <sub>e</sub>	Toprak saturasyon ekstraktı tuz konsantrasyonu
EC <sub>w</sub>	Sulama suyu tuz konsantrasyonu
g/liz	Gram olarak bir lizimetreden alınan verim birimi
HCO <sub>3</sub>	Bikarbonat
K	Potasyum
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
Kg	Kilogram
Lt	Litre
Mg	Magnezyum
Mg/lit	Miligram/litre
MgSO <sub>4</sub>	Magnezyum sülfat
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
Na <sub>2</sub> SO	Sodyum sülfat
Na <sub>2</sub> CO	Sodyum karbonat
NO <sub>3</sub>	Nitrat
O	Oksijen
O <sub>1</sub>	O = 6.0 mg/l olan konu
O <sub>2</sub>	O = 8.0 mg/l olan konu
O <sub>3</sub>	O = 10.0 mg/l olan konu
P	Olasılık yüzdesi

P	Fosfor
pH	Hidrojen iyon aktivitesinin (-) logaritması
SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
SO <sub>4</sub>	Sülfat
T	Sulama suyu tuz sınıfı konuları
T <sub>1</sub>	EC <sub>w</sub> = 0.25 dS/m olan konu
T <sub>2</sub>	EC <sub>w</sub> = 1.0 dS/m olan konu
T <sub>3</sub>	EC <sub>w</sub> = 2.0 dS/m olan konu
T <sub>4</sub>	EC <sub>w</sub> = 4.0 dS/m olan konu
T <sub>5</sub>	EC <sub>w</sub> = 8.0 dS/m olan konu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki.....	10
Şekil 3.1 Dikim öncesi araştırmadan bir görünüş.....	19
Şekil 3.2 Denemede kullanılan lizimetreler.....	23
Şekil 3.4 Deneme konuları yerleşim planı.....	25
Şekil 3.5 Sulama sularının oksijenmetre ile oksijen düzeylerinin belirlenmesi.....	29
Şekil 3.6 Serada lizimetrelerin oluşturulması.....	27
Şekil 3.7 Zararlılarla mücadele.....	29
Şekil 3.8 Biber bitkisinde yapılan bazı fiziksel ölçümlere ait fotoğraflar.....	33
Şekil 4.1 Sulama suyu tuzluluğu ve oksijen içeriği ile biber verimi ilişkisi.....	35
Şekil 4.2 Ortalama biber verimleri ile sulama suyu tuzluluğu arasındaki ilişki.....	37
Şekil 4.3 Sulama suyu tuzluluğu ve oksijen içeriği ile bitki boyu ilişkisi.....	39
Şekil 4.4 Sulama suyu tuzluluğu ile bitki boyu arasındaki ilişki.....	41
Şekil 4.5 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-kök derinliği ilişkisi.....	42
Şekil 4.6 Sulama suyu tuzluluğu ile kök derinliği arasındaki ilişki.....	43
Şekil 4.7 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi.....	45
Şekil 4.8 Tuzluluk oranı ile meyve boyu arasındaki ilişki.....	47
Şekil 4.9 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve çapı ilişkisi.....	48
Şekil 4.10 Tuzluluk oranı ile meyve çapı arasındaki ilişki.....	50
Şekil 4.11 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde ilişkisi.....	52
Şekil 4.12 Tuzluluk oranı ile meyve kuru madde arasındaki ilişki.....	53
Şekil 4.13 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyvede toplam kül ilişkisi.....	55
Şekil 4.14 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde ilişkisi.....	57
Şekil 4.15 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül ilişkisi.....	59
Şekil 4.16 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi.....	62
Şekil 4.17 Sulama suyu tuzluluğuna göre toprakta Ca+Mg iyonlarının değişimi.....	66
Şekil 4.18 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-Na iyonları içeriği ilişkisi.....	67
Şekil 4.19 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-Cl iyonları içeriği ilişkisi.....	67
Şekil 4.20 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-SAR iyonları içeriği ilişkisi.....	68

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Bitkilerin tuzluluğa dayanıklılık sınıfları.....	3
Çizelge 1.2 1993-2007 yılları arasında üretilen biber miktarları .....	5
Çizelge 4.1 Araştırmada elde edilen biber verim değerleri (g/liz).....	35
Çizelge 4.2 Elde edilen verimlerin oksijen oranlarına göre varyans analizi.....	36
Çizelge 4.3 Araştırmada elde edilen verimlerin tuzluluğa göre varyans analizi.....	36
Çizelge 4.4 Elde edilen verimlerin tuzluluk oranlarına göre Duncan gruplandırması....	37
Çizelge 4.5 Araştırmada ölçülen bitki boyu değerleri ve ortalamaları .....	38
Çizelge 4.6 Elde edilen bitki boylarının oksijen düzeyine göre varyans analizi .....	39
Çizelge 4.7 Araştırmada elde edilen bitki boylarının tuzluluğa göre varyans analizi ....	40
Çizelge 4.8 Elde edilen bitki boylarının tuzluluk oranlarına göre Duncan testi .....	40
Çizelge 4.9 Araştırmada ölçülen kök derinliklerine ait değerler (cm).....	41
Çizelge 4.10 Elde edilen kök derinliklerinin oksijen düzeyine göre varyans analizi ....	42
Çizelge 4.11 Elde edilen kök derinliklerinin tuzluluk oranına göre varyans analizi .....	42
Çizelge 4.12 Kök derinliği ile tuzluluk oranı arasındaki Duncan alt grup tablosu .....	43
Çizelge 4.13 Araştırmada elde edilen meyve boyu değerleri (cm).....	44
Çizelge 4.14 Elde edilen meyve boylarının oksijen düzeyine göre varyans analizi .....	45
Çizelge 4.15 Elde edilen meyve boylarının tuzluluk oranına göre varyans analizi.....	46
Çizelge 4.16 Elde edilen meyve boylarının tuzluluk oranına göre Duncan testi .....	46
Çizelge 4.17 Araştırmada elde edilen meyve çapı değerleri (mm).....	48
Çizelge 4.18 Elde edilen meyve çaplarının oksijen düzeyine göre varyans analizi.....	49
Çizelge 4.19 Elde edilen meyve çaplarının tuzluluk oranına göre varyans analizi .....	49
Çizelge 4.20 Elde edilen meyve çaplarının tuzluluk oranına göre Duncan testi .....	50
Çizelge 4.21 Araştırmada elde edilen meyve kuru madde değerleri (%) .....	51
Çizelge 4.22 Elde edilen meyve kuru madde-tuzluluk oranlarına göre varyans analizi .	52
Çizelge 4.23 Elde edilen meyve kuru madde- tuzluluk oranlarına göre Duncan testi ....	53
Çizelge 4.24 Meyve kuru madde oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi.....	54
Çizelge 4.25 Meyvelerde toplam kül miktarı (%).....	55
Çizelge 4.26 Elde edilen meyve kül oranının tuzluluk oranına göre varyans analizi ....	56
Çizelge 4.27 Elde edilen meyve kül oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi ....	56
Çizelge 4.28 Araştırmada belirlenen yaprak kuru madde miktarı değerleri (%).....	57
Çizelge 4.29 Yaprak kuru madde oranının tuzluluk oranına göre varyans analizi .....	58

Çizelge 4.30 Yaprak kuru madde oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi .....	58
Çizelge 4.31 Yapraklarda belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%).....	59
Çizelge 4.32 Yaprak toplam kül miktarının tuzluluk oranına göre varyans analizi.....	60
Çizelge 4.33 Yaprak toplam kül oranının tuzluluk oranına göre Duncan testi.....	60
Çizelge 4.34 Yaprak toplam kül miktarının oksijen düzeyine göre varyans analizi.....	61
Çizelge 4.35 Araştırmada belirlenen toprak tuzluluğu değerleri (dS/m).....	62
Çizelge 4.36 Toprak tuzluluğu-sulama suyu tuzluluğu varyans analizi .....	63
Çizelge 4.37 Toprak tuzluluğu-sulama suyu tuzluluğu Duncan testi .....	63
Çizelge 4.38 Oksijen düzeyi-sulama suyu tuzluluğu varyans analizi .....	64
Çizelge 4.39Topraklarda Ca+Mg, Na, Cl ve SAR içerikleri (me/l) .....	65

## 1. GİRİŞ

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 başka bir 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 doğan gereksinimlerin karşılanması amacıyla bundan sonra, daha önce sulamada kullanılmayan daha düşük kalitedeki suların kullanılması gündeme gelecektir. Aynı zamanda büyük sulama proje alanlarında sulamadan dönen suların kullanımını gün geçtikçe daha fazla gündeme gelmektedir. Bütün bu nedenlerden ötürü de tüm dünyada daha düşük kalitede suların kullanılması halinde karşılaşılabilecek sorunlar ve çözüm yolları ile ilgili olarak araştırmalar tüm hızıyla devam etmektedir (Yurtseven 2001).

Bütün toprak ortamları, çeşitli kaynaklardan kazanılmış ve aşırı konsantrasyonlarda bitki verimini azaltacak olan tuzların karışımını içerirler. Bitki verimindeki azalma, yüksek tuzluluk nedeniyle ortaya çıkacak ozmotik etkiden ötürü olabileceği gibi, bireysel iyonlardan biri olan sodyumun aşırı düzeyde birikmesi sonucu fiziksel yapının bozularak su ve hava permeabilitesinin azalması sonucu da olabilir. Toprağa iletilen ve biriktirilen tuzların bir bölümü, verilen sulama suyunun bitki su tüketiminden fazla olması ya da yağışların yeterli olması koşulunda, toprak infiltrasyon oranına ve drenajın yeterliliğine bağlı olarak topraktan yıkanır. Yıkanma işlemi, sulanan alanlarda tuzluluğun yönetiminde en önemli uygulamalardan birisidir. Burada önemli olan suyun kök bölgesi içerisinde düşey doğrultudaki hareketidir. Bu hareketin yüksek evapotranspirasyon sonucunda yukarıya doğru değişmesi durumunda, toprak çözeltisi sulama suyundan çok daha fazla konsantre hale gelecektir. Bu koşulda, tuz stersinden ve verim azalması ile birlikte çevre etkileşiminden de söz edilir olacaktır (Yurtseven ve Öztürk 1996).

Tarımda verim artışı sağlamak esas amaçtır. 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 (tuzların) varlığını ve etkilerini de göz önünde tutmamız 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 *et al.* 1992).

İyi bir sulu tarımın amacı, uzun bir süre sonunda toprak kök bölgesinde bitki gelişmesini etkileyecek düzeyde tuz miktarı ile kök bölgesi dışına çeşitli biçimlerde taşınan tuz miktarı arasında bir denge oluşturmaktır (Yurtseven 1995).

Dünya üzerinde her yıl 5–7 milyon ha tarım alanı (%0.3-0.5) toprak degradasyonu (bozulma – kötüleşme) sonucunda yok olmaktadır. Bunun yakın bir zamanda 10 milyon ha/yıl olması ve tarım alanlarının 1/3'ünün erozyondan etkilenmesi beklenmektedir. Dünya yüzeyinde yaklaşık 270 milyon ha olarak bilinen sulanan alanların bugün için 80 milyon ha'lık bölümü tuzluluk ve tabansuyu sorunlarından ötürü etkilenmiş durumdadır ve 20 milyon ha'lık kısmı sulamadan kaynaklanan çok ciddi tuzluluk problemleri ile karşı karşıyadır. Dünyanın çeşitli ülkelerinde tuzluluk sorunu tarım alanlarını yok etmeye devam etmektedir. Örneğin Pakistan'da her saat başı 2.3 – 4.6 ha tarım arazisi tuzluluk ve yüzeysel tabansuyu nedeniyle verimsiz hale gelip, terk edilmektedir (Yurtseven 2001).

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 toprak tuzluluğunun belirli bir düzeyin altına düşürülemediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi amacıyla önemlidir.

Bitkilerde verimde azalmanın başladığı toprak saturasyon tuzluluğu ( $EC_e$ ) değerlerine göre oluşturulan dayanıklılık sınıfları Çizelge 1.1’de gösterilmiştir (Ayers and Westcot, 1989).

Çizelge 1.1 Bitkilerin tuzluluğa dayanıklılık sınıfları

Dayanım Sınıfı	Verimde Azalmanın Başladığı 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
Bitkiler için uygun değil	>10.0

Eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu, toprak suyu tuz konsantrasyonunun artmasına neden olacak ve sonuçta da toprak suyu ozmotik basınç değeri artacaktır. Sulama suyu tuz konsantrasyonu nedeniyle toprak suyu tuz konsantrasyonundaki artma miktarları çok fazla olabilmektedir. Eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu, ölçümü kolay ve işlevsel olduğundan 25°C’de elektriksel iletkenlik (EC) değeri olarak belirtilir ve dS/m ya da bunun matematiksel değeri olan milimhos/santimetre (mmhos/cm) olarak ifade edilir (Yurtseven 2001).

(Kaltu 2004) tarafından yapılan çalışmada, farklı tuzluluktaki sulama suları ile gübreleme ve havalandırılmış sulama sularının taze soğan tuz toleransına olan etkileri incelenmiştir.

Çalışmanın amacı:

- Farklı dozlardaki gübrelemenin ve farklı sulama suyu tuzluluğunun bitkinin tuz toleransına olan etkileri,
- Havalandırılmış suların farklı sulama suyu tuzluluklarında bitkinin tuz toleransına olan etkilerinin belirlenmesidir. Yapılan çalışmada; elde edilen bulgular, bitki verimi, kuru madde miktarı ile ürün kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Sulama suyu

tuzluluğunun artışı ile bitki verimi, bitki boyu, bitki dal sayısı ve bitki çapında belirgin bir şekilde azalma olmasına karşılık, toprak tuzluluğu, bitkideki kuru madde miktarı değerleri ise önemli ölçüde artış göstermiştir. Uygulanan gübre dozları verimi etkilemezken, havalandırılmış sulama suyu konusunda tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığı gözlenmiştir.

Ülkemizde en çok üretilen tek yıllık sebzelerden biri olan biber, tazesı yemeklik, kırmızısı ise toz biber ve salçalık olmak üzere üç amaç için yetiştirilmektedir. Bunun yanında sucuk, pastırma, turşu ve ilaç yapımında kullanım alanı bulan biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir kapsamaktadır (Çelik 1991).

Ülkemizde biber üretimi yıllar itibariyle dalgalanmalar göstermektedir. Buna neden olarak biberin hastalıklardan fazlaca etkilenen bir bitki olması ve tarımsal mücadelenin yeterince yapılmaması ile ülkemizde bitkisel üretim planlamasının uygulanmayışı gösterilebilir. Ülkemizde 1993–2007 yılları arasında üretilen dolmalık biber ve sivri biber miktarları Çizelge 1.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2 Biber üretim miktarları, 1993–2007 (Anonim, 2009)

Yıllar	Biber (dolmalık)	Biber (sivri)	TOPLAM (Ton)
	pepper (Stuffing)	pepper (Green)	
1993	385 000	580 000	965 000
1994	368 000	640 000	1 008 000
1995	330 000	750 000	1 080 000
1996	350 000	800 000	1 150 000
1997	330 000	800 000	1 130 000
1998	390 000	1 010 000	1 400 000
1999	393 000	1 069 000	1 462 000
2000	390 000	1 090 000	1 480 000
2001	410 000	1 150 000	1 560 000
2002	410 000	1 340 000	1 750 000
2003	420 000	1 370 000	1 790 000
2004	375 000	710 000	1 085 000
2005	400 000	744 000	1 144 000
2006	392 617	775 577	1 168 194
2007	357 246	727 190	1 084 436

Bu çalışmanın amacı, Ankara koşullarında yapay yolla elde edilmiş 5 farklı kalitedeki sulama suyu ile 3 farklı oksijen düzeyine sahip sulama sularının faktöriyel olarak sivri biber yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda, bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin belirlenmesi, farklı kalitelerde su ve oksijen düzeyi uygulamalarının toprakta tuz birikimine olan etkilerinin saptanmasıdır.

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü serasında 2008 yılında yürütülmüştür. Serada oluşturulan kolonlar halindeki lizimetreler bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır.

Giriş bölümü ile başlayan ve beş bölümden oluşan çalışmada ikinci bölümde konuya ilişkin kuramsal temeller ve daha önceden yapılan çalışmalar incelenmiş, üçüncü



bölümde, sera, laboratuar ve büro çalışmalarında kullanılan materyal ile uygulanan yöntemler açıklanmış, dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular verilerek bu bulguların çeşitli yönlerden tartışması yapılmış, beşinci bölümde araştırma sonuçları yorumlanarak getirilmeye çalışılan öneriler belirtilmiştir. Araştırmada ayrıca Türkçe ve İngilizce özetler ile kaynaklar listesi verilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

İran'da 1.0 ve 7.0 dS/m tuz içeren sulama suları ile tarla bitkileri üzerinde yapılan çalışmada, tuzlu suyun verimi azalttığı ve erken olgunlaşmayı sağladığı tespit edilmiştir (Anonymous 1972).

Keck *et al.* (1984), yaptıkları çalışmalarında tuzlu ve kısıtlı su uygulamalarının çiçeklenme dönemlerinden itibaren yonca bitkisinin gelişmesi ve azot fiksasyonuna etkisini araştırmak üzere sulama suları elektriksel iletkenlikleri 1.0, 3.0 ve 9.0 dS/m ve uygulama miktarları 2.3, 4.7 ve 7.0 cm olacak şekilde faktöriyel düzende bir sera denemesi yürütmüşlerdir. Bu araştırmada tuzlu ve kısıtlı su uygulamalarında bitkinin kök kısmı etkilenmezken toprak üstü aksamının gelişmesi tuzluluktan önemli derecede etkilenmiştir. Su kısıtının yüksek olduğu konularda verimde azalma gözlenmemiş, su kısıtının olmadığı konularda ise tuzluluğa bağlı olarak verim azalmaları gözlenmiştir. Tuzluluktan dolayı üçüncü biçimden itibaren tuzluluğun artışıyla verim azalması gözlenmiştir.

Howel *et al.* (1984), yaptıkları çalışmalarında pamuk bitkisinin tuzluluğa karşı tepkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri denemede elektriksel iletkenlikleri 17, 27, 32 ve 38 dS/m olacak şekilde oluşturmuşlar ve bitki stresi göstergelerinin değerlendirildiği bir tarla denemesi kurmuşlardır. Uygulanan sulama suları elektriksel iletkenliklerinin artmasıyla yaprak difüzyon direnci artmış, yaprakların su içerikleri azalmış ve bitki su stresinde artış gözlenmiştir. Denemede bitki su stresine bağlı olarak pamuk verimi ilişkisi çıkarılmıştır. Sulama suyu elektriksel iletkenliğinin artmasıyla artan bitki su stresini verimde azalmalara neden olmuştur.

Miyamoto *et al.* (1985), kırmızıbiber, havuç, domates ve kauçuk bitkilerinin çimlenme ve çıkışlarını incelemek üzere sera denemesi yürütmüşlerdir. Çimlenme için elektriksel iletkenliği 0.8 dS/m ve 32 dS/m olan ve Na : Ca<sup>+</sup> Mg oranı 2:1 olan konsantrasyona sahip sular oluşturulmuştur. Tohumlar 13 cm çaplı, 11.5 cm derinlikte 2.1 kg'lık kaplara aktararak çıkışları izlenmiştir. Topraklar ince tınlı kumlu bünyeye sahiptir. Sulama işlemi kaplara alttan yapılmıştır. Kırmızıbiberde sulama suyu elektriksel iletkenliğinin 0.8, 2.3, 4.3, 6.4 ve 7.6 dS/m olan değerlerine karşılık çıkış oranları %82, %75, %73,

%55 ve %25 olmuştur. Ayrıca sulama suyu elektriksel iletkenliği 25 dS/m ye kadar %80 oranında çimlenme olurken, 32 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip sulama suyunda çimlenme olmamıştır.

Meiri and Plaut (1985), tuzlu koşullar altında üründe meydana gelebilecek zararın azaltılması, bitki kök bölgesi tuz dengesinin kontrol edilmesi ve bunlara bağlı olarak verim azalmasını en aza indirilmesi için çalışmışlardır. Tarla ortamında ürünün, toprak ve sulama suyu tuzluluğu çok yüksek olduğunda, kurtarılması ancak tuza dayanımı yüksek olan bitkiler için söz konusu olduğunu belirtmişlerdir. Kök bölgesindeki tuz kontrolü için sık aralıklarla yıkanmasının, seyrek yıkamaya göre daha etkili olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca, bitkilerin tuz toleransının farklı işletmecilik koşulları altında az miktarda değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Lal (1985), yaptığı araştırmasında toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği NaCl ve CaCl<sub>2</sub> karışımı ağırlıkça 1:1 oranında olacak ve 0.4, 4.0 ve 8.0 dS/m tuzluluğa sahip olacak şekilde, tarla bezelyesinin farklı gelişme dönemlerinde kök bölgesi tuzluluğunun tohum verimine etkisini incelemiştir. Farklı tuzluluk dozları ekimden itibaren 20 gün (ekim), 40 gün (çimlenme ve çıkış), 60 gün (vegetatif gelişme) ve 80 gün (generatif gelişme) olmak üzere uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda 4 ve 8 dS/m elektriksel iletkenliğinin olduğu konularda verimde %15 ve %64 oranında azalma görülmüştür. Farklı dönemlerdeki tuzlu koşulların verime etkisi daha az önemli olmakla birlikte, özellikle bitkinin gelişme periyodunun geciktirilmesi sonucu vejetasyonun uzatılması ile birlikte bitki veriminde artışlar olmuştur. Çiçeklenme döneminde kontrol konusuna oranla 8 dS/m elektriksel iletkenliğinin olduğu konuda %40 daha az çiçeklenme, 4 dS/m olan konuda %10 daha az çiçeklenme gözlenmiştir. Tuzluluğun fazla olduğu konuda çiçekler daha çabuk meyve bağlamış ve yetiştirme periyodu 15 gün erken bitmiştir.

Shalhevet and Hsiao (1986), pamuk ve biber bitkisi için tuzluluk ve su stresinin, ozmotik ayarlama, asimilasyon, terleme ve bitki gelişmesi üzerine yaptığı etkiyi kontrollü şartlar altında araştırmışlardır. Su ve tuz stresi birbirine eşit miktarlarda yapıldığında bitki yaprak suyu potansiyeli, su stresi oluşturulan ortama oranla düşük çıkmıştır. Toprak suyu potansiyeli eşdeğer olarak ölçülen tuz ve su stresi konularında, tuzluluk konusunda, su stresi konusuna göre daha yüksek bulunmuştur. Su stresi

uygulanan konuda yapraktaki şekerlerin oranı, tuz stresi uygulanan konuya göre daha yüksek bulunmuştur.

Campbell *et al.* (1986), gübreleme ve sulama uygulamaları ile birlikte, eriyebilir tuzların fasulye verimine etkilerini incelemek üzere bir sera denemesi kurmuşlardır. NaCl ve CaCl<sub>2</sub>'nin musluk sularına katılmasıyla elektriksel iletkenlikleri 0.5, 4, 8 dS/m olacak şekilde sulama suları hazırlanmıştır. Bu çalışmada sulama aralığı ve sulama suyu tuzluluğu verimi önemli oranda etkilemiştir. Bütün tuzluluk konularında sıklaşan sulama verimi artırmıştır.

Miyamoto *et al.* (1986), domates, havuç, kauçuk ve biber üzerinde farklı kalitede sulama suyu uygulandığında ve iki farklı hava sıcaklığının çimlenme ve fide oluşumu üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Yüksek hava sıcaklığında fide ve çimlenme oluşumu azalmıştır. Çimlenme ve fide oluşumunun düşüklüğü ise sulama suyu elektriksel iletkenliğinin artması ile olmuştur. Elektriksel iletkenliği 1dS/m olan sulama suyunun çimlenme ve fide üzerindeki kaybı %2-3 civarındayken, 20 dS/m olduğu durumda kayıp oranları havuçta %85, domateste %20, biberde %10 ve kauçukta %95 dolayında olmuştur.

Pasternak *et al.* (1986), farklı elektriksel iletkenlik değerine sahip sularla sulanan domates bitkisinin verimindeki değişmeyi incelemiştir. Kontrol olarak elektriksel iletkenliği 1.2 dS/m'lik su ve bununla birlikte elektriksel iletkenliği 4.5 dS/m ve 7.5 dS/m olan sular kullanılmıştır. Elektriksel iletkenliğin 1.2 dS/m'den 4.5 dS/m'ye çıkmasıyla verimde azalma gözlenmiştir. Fakat istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Buna karşılık elektriksel iletkenliğinin 7.5 dS/m olduğu konuda ise kontrole göre verimde %60 azalma görülmüştür.

Subba *et al.* (1987), kumlu tın bünyeye sahip topraklarla kaplı alanda sulama suyu tuzluluğunun domates bitkisi gelişimine ve verimine etkisini araştırmışlardır. Artan miktarlardaki tuzluluğun bitki verimine ve gelişmesine önemli ölçüde etki ettiğini bulmuşlardır. Elektriksel iletkenliği 6 dS/m olan sulama suyunun kullanıldığı konunun veriminde %50 azalma gözlenmiştir.

Hoffman *et al.* (1989), olgun erik ağaçlarının tuz toleransını ölçmek amacıyla 0.3, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 ve 8.0 dS/m sulama suyu elektriksel iletkenliğine sahip 6 konulu bir deneme yürütmüşlerdir. İlk yıl verimde azalma gözlenmezken, 2. yıl en fazla tuzluluk uygulanan sulama suyu elektriksel iletkenliği 8.0 dS/m olan konuda verim yarıya inmiş, meyveler küçülmüş ve meyve sayısı %40 azalmıştır. Bunun yanında 6.0 ve 8.0 dS/m'lik sulama suyu uygulanan bitkilerdeki aşırı zararı engelleyebilmek için, 2. yıl sonunda iyi kalitede su uygulaması uygun görülmüştür. Elektriksel iletkenliğe bağlı toprak saturasyon eriyiği verim ilişkisi  $Y_r = 100 - 31(EC_e - 2.6)$  olarak bulunmuştur. Bu ilişkide, verimde ilk azalmanın bulunduğu 2.6 dS/m ve bu değerden itibaren her birim tuzluluk artışına karşılık %31'lik verim azalmasının olduğu gözlenmiştir.

Warrick (1989), su-verimlilik ilişkisi ve tuzluluk-verim ilişkisi şeklindeki çalışmaları bir model çerçevesinde incelemiştir. Modelde, tuzluluk-verim ilişkisinde doğrusal azalan bir ilişki, su-verim ilişkisinde doğrusal artan bir ilişki kabul edilmiştir. Oransal verim olarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, bitki veriminde azalmanın olduğu ilk değer toprağın elektriksel iletkenliği 3.9 dS/m olduğu değer olarak saptanmıştır. Bu aradaki verim azalmasının doğrusal bir azalma şeklinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Mitchell *et al.* (1991), yaptıkları araştırmada domates bitkisinde kısıtlı ve tuzlu su uygulamalarının meyve verimi ve kalitesi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Uygulanan kontrol konusunun elektriksel iletkenliği 0.34 dS/m, tuzlu olan sulama suyu ise 8.1 dS/m olacak şekilde hazırlanmıştır. Araştırmanın sonucunda şu yaklaşımları yapmışlardır; tuzlu su uygulamalarında taze meyve veriminde azalma olmamakla birlikte su içerikleri düşük ve buna bağlı olarak inorganik iyon konsantrasyonları artmış, yine tuzlu su uygulamalarında meyvelerin kalsiyum içeriği kontrole göre aynı kalmasına karşın potasyum ve klor içerikleri yüksek bulunmuştur. Kısıtlı ve tuzlu sulama suyu uygulamalarında meyve asit konsantrasyonu kontrole göre iki kat olmuş, meyve kuru ağırlığı ve toplam verim değişmezken, toplam verim kısıtlı sulamada azalmış ama tuzlu suyla sulamada kontrole göre aynı kalmıştır.

Erözel (1993), yaptığı araştırmasında farklı kalitedeki sulama sularının fasulye verimine olan etkisini 2 yıl süreli bir tarla denemesiyle araştırmıştır. Denemede uygulanan

sulama sularının elektriksel iletkenlikleri 0.5, 1.5 ve 2.5 dS/m'dir. Araştırma sonuçlarında sulama suyu tuzluluğunun artması verimi azaltmıştır. Elektriksel iletkenliği 0.5 dS/m olan sulama suyunun kullanıldığı konuda verimler birinci yıl 139 kg/da, 2. yıl 146.7 kg/da olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre diğer sulama konuları için oransal verim değerleri birinci yıl %93.0 ve %84.9, ikinci yıl ise %76.5 ve %73.2 olarak belirlenmiştir.

Bitki büyümesi ve verimi, bitki çeşidi ve tuz toleransı arasında ilişki kurmak için seçilen parametrelerdir. Kök bölgesindeki toprak eriyiğinin ozmotik basıncı, bitkide büyüme miktarını olumsuz etkilemektedir. Topraktaki tuzun kök bölgesi içerisinde dağılımı çoğu zaman yer ve zamana bağlı olarak değişmektedir. Bitki kök bölgesinin üst kısımlarından alt kısımlarına oranla daha fazla su alımı yapmaktadır, dolayısıyla kök bölgesinin üst kısmındaki tuzluluk verimde daha etkili olmaktadır (Öztürk 1994).

Farklı şartlar altında dünyanın birçok yerinde tuzluluk ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda parametre olarak toprak tuzluluğu ve verim kullanılmıştır. A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı bu çalışmaları özetlerken verimlerde azalmanın görüldüğü ilk tuzluluk değeri ile tuzluluktaki birim artışa karşılık gelen verimlerdeki yüzde azalmayı doğrusal bir şekilde dikkate almıştır. Bitki verimleri ile tuzluluk arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte ifade edilmektedir (Frenkel 1984, Güngör ve Erözel 1994, Öztürk 1994).

$$Y = 100 - (EC_e - A) \times B$$

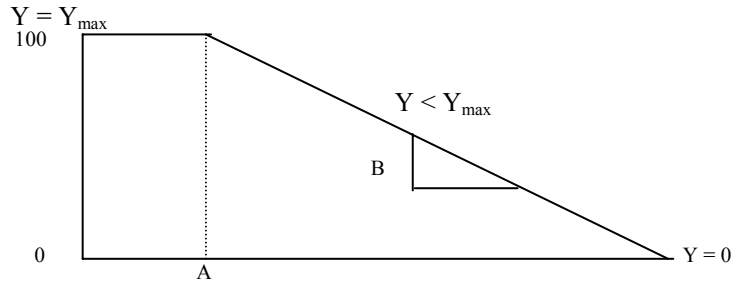
Burada; Y = Oransal verim

EC<sub>e</sub> = Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği,

A = Verimin ilk azalmaya başladığı elektriksel iletkenlik değeri,

B = Birim tuzluluk artışına karşılık gelen yüzde verim azalmasıdır.

Toprak tuzluluğu ile oransal verim arasındaki ilişki Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki (Meiri and Plaut 1985)

Tuzluluğun bitki gelişmesi üzerine etkileri şu şekilde özetlenebilir;

**Ozmotik etki:** Toprak çözeltisi içerisine eklenecek her türlü katı madde tuz konsantrasyonunu artıracaktır. Bitki köklerinin fizyolojik yapısı nedeniyle, kök özsuyu yoğunluğu genelde toprak suyu yoğunluğundan daha fazladır. Bu yoğunluk farkı nedeniyle de suyun akış eğilimi bitki köklerine doğrudur. Ancak toprak içerisine gelen tuzlar çözelti konsantrasyonunu artırır. Yoğunluk farkının azalması, bitki köklerine doğru olan bu su akışını azaltır. Bu durumda da bitki, kökleri ile suyu alabilmek için daha fazla enerji harcamaktadır. Toprakta yeterli suyun olmasına karşın bitkilerin bu suyu yüksek ozmotik basınç nedeniyle alamamaları olayına *Fizyolojik Kuraklık* denir.

**Spesifik (Özel) iyon etkisi:** Su içerisinde bulunan bazı iyonlar bitkiye zararlı etki yaparlar. Bunlar bitki bünyesinde birikerek zarara neden olurlar. Pek çok bitki aşırı Na ve Cl alımında, özellikle yaprak kısımlarında, yaprak yanması zararına uğrar. Yine aynı şekilde bazı iyonların bulunması ile diğer bazı iyonların alımı zorlaşmaktadır. İyon alım dengesinin bozulması sonucunda ise, bazı elementlerin eksikliği söz konusu olmaktadır.

Yurtseven vd.(1996), sulama suyu tuzluluğunun biberde farklı gelişme dönemlerinde bazı gelişme parametrelerine etkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada, 3.0 dS/m tuzluluk düzeyinin çimlenme ve fide, biokütle (kuru madde) değerlerine önemli bir etkisi olmadığını, fide boylarının bu tuzluluk düzeyinde %13 kadar arttığını, tuzluluğunun 0.25 dS/m’den 6.0 dS/m’ye ulaşması durumunda ise verimi %61 azalttığını belirtmişlerdir.

Çizikçi (1997), serada değişik tuzluluk ve SAR oranlarına sahip sulama sularının ıspanağın çimlenme ve verimi üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla yaptığı deneme sonucunda, düşük kalitedeki sulama sularının çimlenme oranını ve verimi azalttığını, SAR değerindeki artışların da yine çimlenme ve verim miktarını azalttığını belirlemiştir.

Öztürk (1997), sera şartlarında lizimetrede nane bitkisinin farklı kalitelere sahip sulama sularının verime ve toplam mineral madde içeriği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada kullanılan sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 0.25, 1.0, 2.0, 4.0 ve 6.0 dS/m'dir. Sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak verimde %1 önemlilik düzeyinde azalma gözlenmiştir. Bitkilerin mineral madde içeriğindeki değişimler de %1 önemlilik düzeyinde bulunmuştur.

Öztürk (1997), sulama suyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin havuç bitkisinin bazı özelliklerine etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada, sulama suyu tuzluluğu faktörü 0.25, 1, 2, 4 ve 6 dS/m olmak üzere beş seviyede, tabansuyu derinliği faktörü ise 45, 60 ve 90 cm olmak üzere üç seviyede incelenmiştir. Araştırmada sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak havuçların kuru madde içeriği ve yaprakların mineral madde içeriği artış göstermiştir. Bitki su tüketimi tabansuyunun yüzeye yaklaşmasıyla ve tuzluluğun artışıyla azalma göstermiştir.

Yurtseven vd. (1999), turp bitkisinde değişik sulama suyu tuzlulukları ile Ca / Mg oranlarının bazı verim parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun verim parametrelerinden yumru ve gövde ağırlıkları üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu gözlemlemişlerdir. Yani sulama suyu tuzluluğu turp bitkisinde verim parametrelerinin tümü üzerinde etkili olmuştur. Sulama suyundaki Ca / Mg oranı, yumru başlığı ve çapı üzerinde tuzluluk ile birlikte interaksiyon etkisi oluşturmuştur. Sulama ile toprak tuzluluğu değerleri artmıştır.

Clark *et al.* (2000), bitkiler ve topraklar üzerinde tuzun etkisinin laboratuvar çalışmalarıyla gözlemlenmesi isimli bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada tuza toleranslı olan Pamuk (*Gossypium hirsutum L.*), orta toleranslı Sorgum [*Sorghum bicolor (L.) Moench*], tuza orta duyarlı Biber (*Capsicum annuum L.*) ve tuza duyarlı Fransız Kadife çiçeği bitkisini kullanmışlardır. Çalışmada laboratuvar koşullarında biri kontrol olmak



üzere tuzlu 4 solüsyon hazırlanmıştır. Tuzluluk düzeyleri kontrol solüsyonuna 3:1 oranında CaCl<sub>2</sub> ve NaCl karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tuz düzeyleri düşük (6.2 dS/m), orta (9.5 dS/m) ve yüksek (12.8 dS/m)'tir. Çalışma sonucunda kadife çiçeği bitkisi en yüksek gelişimi kontrol düzeyinde göstermiş bunu takiben düşük tuz düzeyi gelmiştir. Ancak Orta ve yüksek tuzluluk düzeylerinde bitki yaşayamamıştır. Biber bitkisinde de tuzluluk düzeyleri aynı etkiyi göstermiştir. Sorgum bitkisi kontrol, düşük ve orta tuzluluk düzeyinde azalan şekilde gelişme göstermiş, yüksek tuzlulukta çok az bir gelişme göstermiştir. Pamuk bitkisinde ise artan tuzluluk düzeylerine rağmen bitki gelişmesinde önemli bir azalma görülmemiştir.

Cucci *et al.* (2000), farklı tuz konsantrasyonlarındaki sulama suyunun ve SAR değerlerinin toprak tuzluluğuna ve sodyumluluğuna etkileri isimli bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada, iki farklı killi toprak silindirik kaplara doldurulmuş ve su almayan bir yere konarak mevsimine göre 1999 yılında fasulye, 2000 yılında biber yetiştirilmiştir. Sulamalar kullanılabilir suyun %30'u tüketildiğinde, NaCl ve CaCl<sub>2</sub> tuzları karışımıyla elde edilen dokuz farklı tipte su ile bitki su tüketimine göre toprak nemi tarla kapasitesine getirilerek yapılmıştır. Sulamalardan sonra drene olan suyun da kontrolü sağlanarak bu sularda analiz yapılmıştır. Drene olan su miktarı uygulanan su miktarına ve tuzluluk düzeyine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Topraklardan 30 cm'den alınan örneklerde EC, pH, saturasyon ekstraktlarında Na, K, Ca ve Mg miktarları ile değişebilir sodyum yüzdesine (ESP) bakılmıştır. Araştırma başlangıcında toprak tuzluluk değeri 0.71 dS/m iken kullanılan en düşük ve en yüksek tuzlulukta sulama sularına bağlı olarak araştırma sonunda bu değer 1.0 ve 2.2 dS/m ve 13.9 ve 19.5 dS/m arasında artış göstermiştir. Değişebilir sodyum yüzdeleri aşamalı olarak yükselmiş, sulama suyunun SAR ve tuzluluk oranları yükselirken Ca oranları ise aşamalı olarak düşmüştür. Bunun yanında değişebilir potasyum yüzdelerinde sulama suyunun kalitesi açısından önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Değişebilir magnezyum yüzdeleri sulama suyunun SAR değerleriyle oransal olarak yükselmiştir. Sonuç olarak sulama suyunun tuzluluğu artış gösterdiğinde yıkama randımanında da düşüş ve sulama suyunun SAR ve tuzluluğu arttığı için toprak üst seviyesinde artan bir sodyumlulaşma gözlenmiştir.

Patel and Landry (2000), gübreleme uygulamaları, sulama suyu tuzluluğu ve taban suyu derinliğinin kök bölgesi tuzluluğuna etkileri isimli çalışmada, tarla lizimetrelerinde yetiştirilen biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisi üzerinde 3 farklı kalitede (1, 5 ve 9 dS/m) sulama suyu kullanarak sulama yapmışlar, taban suyu derinliğini 2 farklı düzeyde (0.4 m ve 0.8 m) tutmuşlardır. Taban suyu derinliği yüzeyden 0.4 m’de olduğunda üst toprak profil tuzluluğunu etkilemiş, taban suyu düzeyi yüzeyden 0.8 m’de tutulduğunda toprak profilinin daha alt bir bölgesi tuzdan etkilenmiştir. Üst toprak profiline herhangi bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte N, P ve K gübrelemelerinin tuz birikimine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Buna rağmen taban suyu derinliği ve alttan sulama biber verimini etkilememiştir.

Öztürk (2002), tarafından patlıcan bitkisinin gelişme periyodu üç bölüme ayrılarak her bölüm için normal ve tuzlu olmak üzere uygulanan farklı kalitedeki sulama sularının bitkinin bazı özellikleri ile toprak tuzluluğuna yaptığı etki incelenmiştir. Özellikle yetişme mevsimi başlarında uygulanan tuzlu suyun bitki su tüketimini, bitki boyunu ve bitki ağırlığını önemli ölçüde azalttığı buna karşılık yaprak mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu önemli düzeyde artırdığı ortaya çıkmıştır.

Kaya vd. (2003), aspir bitkisinin 3 farklı çeşidinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine topraktaki tuzluluğun etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Tuzluluğun üç farklı aspir çeşidinden 5–154 (dikenli) çeşidinde en az olumsuz etkiye sahip olduğu ve tuza en dayanıklı çeşidin 5–154 olduğu ortaya çıkmıştır.

Öztürk *et al.* (2004), tarafından yapılan çalışma farklı düzeyde tuzluluğa sahip sulama suları ile farklı oranlardaki sulama suyu kısıtının melissa bitkisinin verim ve uçucu yağ içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada melissanın su stresine dayanıklı bir bitki olduğu %25 su kısıtının bile verimde önemli bir azalmaya neden olmadığı bulunmuştur. Ancak sulama suyu tuzluluğu 6 dS/m olan konuda verim alınmamıştır. Ancak 4 dS/m tuzluluk düzeyine kadar bitkinin yetiştirilebileceği ancak artan tuzlulukla uçucu yağ oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

Bhattarai and Midmore (2004), dört farklı tuzluluk düzeyinde (EC = 2, 8, 14 ve 20 dS/m), toprağa havalanmış veya havalanmamış sulama suyunun uygulanması ile pamuk

bitkisinde meydana gelebilecek büyüme ve verim performansının araştırılması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Alınan sonuçlara göre, tuzluluk ve havalanma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Havalanmış suda toprak tuzluluk düzeyine bakılmaksızın yüksek pamuk verimi ve kuru madde elde edilmiştir. Ayrıca verimin artışına kök kütlesinin artışı ve hasat indeksinin artışı da eşlik etmiştir.

Yurtseven vd. (2004), domates türlerinin su tüketimi, meyve kalitesi ve verimine su tuzluluğu ve potasyum düzeyinin etkileri isimli bir çalışma yapmışlardır. Sera koşulları altında yapılan çalışmada 4 farklı kalitede (0.25, 2.5, 5 ve 10 dS/m) su ve 2 farklı potasyum gübre dozu kullanılmıştır. Çalışmada verim, meyve kalitesi, drenaj suyu kalitesi ve bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir. Hem tuzluluk hem de potasyum gübrelemesi verimi ve kaliteyi önemli düzeyde etkilemiştir. Tuzluluk ve K gübrelemesi arasında istatistiksel anlamda bir interaksiyon söz konusu olmuştur. Tuzluluk artışıyla birlikte bitki kurumadde miktarında azalma gözlenmiş, K gübrelemesinin kurumadde üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Yine tuzluluk artışıyla birlikte meyve büyüklüğü ve meyve suyu pH'sında azalmalar gözlenmiştir.

Reina *et al.* (2005), farklı kalitedeki tuzlu sularla sulanan domates bitkisinin su kullanım etkinliği ve su alımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, dört farklı tuz düzeyi kullanılarak sulanan domates çeşitlerinin tümünde tuzluluk artışıyla birlikte verimde önemli derecede azalmalar olduğunu belirtmiştir. En yüksek verim azalmasının birim tuzluluk artışında yaklaşık %8 kadar olduğu gözlenmiştir. Tuzlu koşullar altında domates bitkisinin su tüketiminin kontrol konusuna göre %40 daha az olduğu belirlenmiştir. Su tüketimi ve tuzluluk arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon sonucunda bitkinin su alımındaki düşüşler birim tuzluluk artışıyla birlikte %3.5–5.0 arasında belirlenmiştir.

Chartzoulakis (2005), zeytinde büyüme, verim, tuza tolerans isimli çalışmaları sonucunda tuzluluğun meyve ağırlığını ve yağ miktarını düşürürken meyvelerin nem içeriğini artırdığını, zeytinyağındaki toplam fenol içeriğinin kısmi NaCl tuzluluğundan etkilenmediğini ancak doymuş veya doymamış yağ asit oranlarını düşürdüğünü belirlemiştir.

Jamil *et al.* (2005), kabakgiller familyasına ait bitkilerde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine tuz (NaCl) etkisi isimli çalışmalarında, dört farklı kalitede (0.0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dS/m) sulama suyu kullanarak çimlenme ve fide gelişimlerini gözlemişlerdir. Sonuç olarak, tüm türlerde tuzluluk artışı ile birlikte çimlenme, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısında önemli oranda azalma olmuştur. Özellikle de tuz düzeyinin 14.1 dS/m'ye çıkması tüm türlerde kök uzunluğunda önemli düzeyde azalma oluşturmuştur.

Sharma *et al.* (2005), ayçiçeği bitkisinin tuzlu drenaj suyu ve tuzsuz kanal sulama suyu ile sulanmasının verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Drenaj suyu tuzluluk değerleri 7.2–9.8 dS/m, SAR değeri 8.4-13.5; tuzsuz kanal suyu tuz değeri 0.3-0.4 dS/m, SAR değeri 0.6-0.8'dir. Sonuçta tuzlu drenaj suyu ile sulanan bitki veriminde ve gelişiminde önemli derecede azalmalar olduğu görülmüştür. Bu etki tuzsuz su ile sulamada gözlenmemiştir. Tuzlu su ile sulanan ayçiçeği bitkisinin ortalama tane verimi %56.9 iken, tuzsuz kanal su ile sulanan bitkide %87.2 oranında olmuştur.

Gürol (2005), sulama suyu ile ilgili bazı potansiyel problemlere değinmiştir. Ozon, klor dioksit, klor ve hidrojen peroksit, sudaki maddelerle reaksiyona girer. Reaksiyon ürünü olarak, serbest radikaller sayesinde ozon ve hidrojen peroksit oksijene çevrilir. Sudaki oksijenin bitki gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir. Klor dioksitin ana reaksiyon ürünleri oksijenlenmiş türleri olan ClO<sub>2</sub> ve ClO<sub>3</sub>'tür. Klorun reaksiyon ürünleri esas olarak klorlanmış organik bileşiklerdir. Klorlanmış olan bu türler, sulama suyunda, toprakta ve bitki materyalinde birikerek bitkiye zarar verir veya bitki büyüme hızını engeller.

Ben-Asher *et al.* (2006), üzüm asmalarının tuzlu sularla sulanması, asma büyüklüğü ve ürünün matematiksel modellerle gözlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Toprak, su, hava ve bitki modeli (swap) yarı analitik bir fonksiyonla tuzlu suyun iletimini belirlemektedir. Model basit (SWAPs) ve detaylı (SWAPd) olarak 2 farklı türde ürün gelişmesini belirleyebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kurak şartlarda asmadaki tuzluluk etkilerini göz önüne alarak SWAPd'nin yeterliliğini değerlendirmek ve SWAPd ve SWAPs büyüme modellerindeki sonuçları karşılaştırmaktır. Çalışmada üç farklı tuz düzeyi kullanılmıştır (1.8, 3.3 ve 4.8 dS/m). İki modelin (SWAPs ve SWAPd)

geçerliliğini test etmek için üç farklı kriter karşılaştırmada kontrol edilmiştir. Bunlar model seçimi standart hatası (SEE), kök aritmetik ortalama hatası (RMSE) ve uyuşma içeriği (IOA) SEE' dir. Çalışmadan elde edilen değerlere göre, ölçülen sonuçlarla simülasyondaki sonuçlar birbiriyle uyum göstermiştir. Simülasyondaki sonuçlar su kalitesinin tek değişken olduğu durumda elde edilmiş ve böylece SWAP modellerinin tuzluluk modeli yeterliliklerinin oldukça gerçekçi olduklarını göstermiştir.

Sepaskhah and Bazrafshan-Jahromi (2006), su ve tuz stresi altında şekerpancarı, darı ve buğday için değerlendirme ve gelişme modeli başlıklı çalışmalarında sözü edilen bitkiler için bir model geliştirmişlerdir. Model farklı kalitedeki sulama sularının, yıkama fraksiyonunun ve uygulanan su miktarının ürün verimine etkisini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Farklı kalitedeki suların (kışlık buğday ve şeker pancarı için 0.25, 0.65 ve 1.15 dS/m darı için 0.15 ve 1.11 dS/m) kullanılmasıyla yıkama gereksiniminin ve uygulanan su miktarının artış gösterdiği, tuzluluk artışıyla birlikte hasat sonrası toprak tuzluluk değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda su stresinin, tuz stresinden istatistiksel olarak daha önemli olduğu belirlenmiştir.

Supanjani (2006), tuzluluk ve Bor (B)'un birlikte etkisine biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisinin tepkisi isimli çalışmada kontrol tuzluluğu ile birlikte üç tuzluluk düzeyi (0-kontrol, 3 ve 6 dS/m) ve üç B düzeyi (0.15 ve 30 mg/kg H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) kullanmıştır. Çalışma sonucunda tuzlu koşullar altında uygulanan B miktarının artışıyla birlikte biber bitkisi kuru madde miktarında azalma gözlenmiştir. Tuzluluğun 6 dS/m olduğu, B uygulanmadığı durumda kuru madde kontrole göre %21.2 azalma gösterirken, 30 mg/kg B uygulamasında %33.8'e ulaşmıştır. Çalışma sonucunda ayrıca tuzluluk x B etkileşiminin, bitkide toksik B birikimini artırdığı ve inorganik element alımını olumsuz etkilediği gözlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Araştırma yerinin tanıtılması

Bu proje ile ilgili denemeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi içerisinde yer alan, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'ne ait, çelik konstrüksiyonlu ve cam örtülü olan serada yürütülmüştür. Seranın taban alanı 100 m<sup>2</sup>, yüksekliği 2.2 m'dir. Serada ısıtma, aydınlatma, otomatik havalandırma ve otomatik nemlendirme tesisleri olmasına karşılık arızaları nedeniyle çalıştırılmamaktadır. Doğal havalandırma ise sera yan pencerelerin ve çatı pencereleri vasıtasıyla sağlanmaktadır (Şekil 3.1). Sera tabanı beton olup ancak saksı ve lizimetre denemelerine elverişlidir. Sera içerisinde gerekli suyu karşılamak amacıyla şehir şebekesine bağlı iki adet musluk bulunmaktadır.



Şekil 3.1 Dikim öncesi araştırmadan bir görünüş

### 3.1.2 Toprak özellikleri

Denemede kullanılan topraklar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarından üst 30 cm toprak kazılarak alınmıştır. Alınan topraklar araştırma serasına getirilerek burada hava kurusu olacak şekilde kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar 4 mm. elekten elenerek doğal birim hacim ağırlığında olacak şekilde lizimetrelere yerleştirilmiştir. Söz konusu topraklar alüviyal karakterli olup siltli-killi-tın bünyelidir.

### 3.1.3 Bitki özellikleri

Biber bitkisi (*Capsicum annuum L.*) için, toplam büyüme mevsimi boyunca, ortalama gündüz sıcaklığı 18–27 °C, gece sıcaklığı ise 15-18 °C olmalıdır. Düşük gece sıcaklığı aşırı dallanmaya, yüksek gece sıcaklığı ise erken çiçeklenmeye neden olmakta ve her iki durumda da verim düşmektedir. Fide periyodunda toprak sıcaklığının 20–24 °C olması istenir.

Bitki dona ve yüksek bağıl neme karşı son derece duyarlıdır. Tüm büyüme mevsimi boyunca don olmamalıdır. Yüksek bağıl nem, yaprak hastalıklarının yayılmasına ve meyve çürümelerine neden olur. Bu nedenle, biber tarımında kuru iklim koşulları tercih edilmelidir.

Biber en iyi gelişmeyi, drenajı iyi, orta bünyeli topraklarda gösterir. Kök bölgesindeki aşırı toprak nemi kısa periyotta da olsa yaprakların dökülmesine neden olur. Bu nedenle, ağır bünyeli topraklar pek tercih edilmez. Ayrıca, aşırı nem toprak hastalıklarının yayılmasına ve kök boğazı çürümelerine neden olabilmektedir.

Toprak tuzluluğuna çok duyarlıdır. Toprağın elektriksel iletkenliğinin 1.5 dS/m'den küçük olması istenir. Tuzluluğa özellikle fide periyodunda ve dikimden sonraki ilk gelişme periyodunda duyarlılık gösterir.

Genel olarak biberin gübre isteği;

- 10-17 kg/da N
- 2.5-5 kg/da P
- 5-10 kg/da K biçimindedir.

Biberin sulama açısından önemli büyüme periyotları;

Çimlenme ve çıkış periyodu (fide periyodu): 25–35 gün

Vejetatif gelişme periyodu: 30–60 gün

Çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma periyotları: 60–90 gündür.

Çimlenme ve çıkış periyodu, özel yastıklarda geçen fide periyodudur. Örtü altında özel olarak hazırlanmış yastıklar ya da tüplere ekim yapılır. Bitki boyu 10–20 cm olduğunda fideler sökülür ve tarlaya dikilir. Vejetatif gelişme periyodu dikim tarihinde başlar ve bitki üzerinde ilk çiçekler görülmeye başladığında sona erer. Çiçeklenmede, vejetatif gelişme bir süre daha devam eder. Çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma periyotları iç içedir. Bir yandan yeni çiçekler açarken bir yandan da yeni meyveler oluşur, olgunlaşan meyveler toplanır. Bu nedenle, biberde birden fazla (altı civarında) hasat yapılır. Salçalık biber çeşitlerinde, hasat sayısı daha az olabilir.

Toplam büyüme mevsimi için  $k_y$  su-verim ilişkisi faktörü 1.10'dur. Bu nedenle biber, topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitkidir. Bunun yanında, en yüksek verim, büyüme mevsimi boyunca  $p = 0.25-0.30$  olduğunda (etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %60-70'i düzeyinde olduğunda) elde edilir. Büyüme mevsimi boyunca toprak nemi sürekli tarla kapasitesinde olduğunda verimde %20 kadar verim azalması olabilir. Ancak, tarla koşullarında, büyüme mevsimi boyunca toprak nemini sürekli olarak  $p = 0.25-0.30$  arasında tutmak ta pek olası değildir.

Biberde, topraktaki nem eksikliğine en duyarlı olduğu periyotlar, örtü altında özel hazırlanmış yastıklar ya da tüplerde geçen (0) fide periyodu ile fideler tarlaya dikildikten sonra takip eden ve birkaç gün süren fide tutma periyodudur. Bu periyotlarda aynı zamanda toprak tuzluluğuna duyarlılık ta üst düzeydedir.



Derin topraklarda biberin kökleri 1 m derinliğe kadar gidebilir. Ancak kılcal kök gelişmesi özellikle ilk 30 cm derinlikte yoğunlaşır. İhtiyaç duyulan suyun tamamına yakın bir bölümü ilk 0.50 – 1.00 m kök derinliğinden alınır. Bu nedenle, sulama uygulamalarında etkili kök derinliğini 0.60 m almak yeterli olur.

Bitki su tüketiminin 5–6 mm/gün olduğu periyotta  $p = 0.25 - 0.30$ 'dur.

Su kaynağı yeterli ise, bitki su ihtiyacı tam karşılanacak biçimde sulama programı uygulanır. Bu amaçla; fide periyodunda, her gün 8 – 10 mm (8 – 10 lt/m<sup>2</sup>) sulama suyu verilir. Örtü altında hazırlanan yastıklara su alma hızı ve organik materyali çok yüksek toprak konur. Yastıkların altında, fazla suyun hızla uzaklaşmasını sağlayan drenaj önlemleri alınır. Her gün verilen 8 - 10 mm su, gerçekte bitki su ihtiyacından fazladır. Fazla su yıkama görevi yapar ve fidenin kök bölgesindeki tuzları uzaklaştırır.

Fidelerin tarlaya dikimi sırasında, her fidenin dikildiği ocağa 0.5 – 1 lt kadar can suyu verilir. Dikim sırasında bir yandan da,  $D = 60$  cm. toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar ilk sulama yapılır.

Biber için ideal sulama yöntemi damla sulama yöntemidir. Damla sulamada, her iki bitki sırası arasına bir lateral boru hattı döşenir. Böylelikle, lateral boru hatları bitkilerden 30 cm kadar uzakta olur ve bitki kök boğazı damlatıcılara çok yakın olmaz. Aksi durumda, kök boğazına çok yakın olan damlatıcı etrafında toprak nemi genellikle tarla kapasitesinin üzerinde olacağı için kök boğazı çürümelere görülebilir.

Damla sulama yönteminin uygulanamadığı koşullarda, biber karık yöntemi ile sulanır. Kök boğazının ıslatıldığı tava ve uzun tava yöntemlerini uygulamamak gerekir.

#### **3.1.4 Sulama suyu özellikleri**

Denemede 5 farklı sulama suyu kullanılmıştır. Bunlardan iyi kalitedeki su ( $T_1$ ), şehir şebeke suyudur. Diğer 4 farklı kalitedeki su ise ( $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  ve  $T_5$ ),  $CaCl_2$  ve  $NaCl$  tuzları kullanılarak hazırlanmış sulama sularıdır. Şehir şebeke suyu elektriksel iletkenliği 0.25 dS/m'dir. Diğer sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri ise  $T_2 = 1$  dS/m,  $T_3 = 2$

dS/m,  $T_4 = 4$  dS/m ve  $T_5 = 8$  dS/m olacak şekilde hazırlanmıştır. Sulama sularının tamamında SAR değeri sodyum zararı oluşturmayacak düzeylerde tutulmuştur.

### 3.1.5 Denemede kullanılan lizimetreler

Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak plastik kovalardan yararlanılmıştır. Bu kovalar serbest drenajlı lizimetre şeklinde, dijital baskülde tartıldığı için tartılı lizimetre gibi kullanılmıştır. Kovalar 45.5 cm üst çaplı, 53.5 cm yüksekliğinde 58 lt hacme sahip olup 5 farklı tuzlulukta, 3 farklı oksijen içeriği düzeyinde 3 tekrarlamalı bir çalışma olması nedeniyle,  $5 \times 3 \times 3 = 45$  adet kova kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Denemede kullanılan lizimetreler

### 3.1.6 Denemede kullanılan kimyasal maddeler

Denemede ele alınan sulama suyu tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında, suda eriyebilirliği yüksek olan iki çeşit tuz kullanılmıştır. Bunlar sodyum klorür (NaCl) ve kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) tuzlarıdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Denemede kullanılan kimyasal maddelerden kalsiyum klorür

Sulama suyu oksijenlenme düzeylerinin oluşturulmasında ise oksijen tabletleri kullanılmıştır.

### 3.1.7 Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Tuzların şehir şebeke suyuna karıştırılarak farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının hazırlanmasında, 80 litrelik plastik bidonlardan yararlanılmıştır. Deneme boyunca gerekli olan kimyasal maddelerin tartım ve hazırlanmasında hassas terazi, beher, su ve toprakta tuzlulukların belirlenebilmesi amacıyla laboratuvar tipi (YSI-3200 model) elektriksel iletkenlik ölçme aleti, kurutma fırını, toprak ekstraktı cihazı gibi laboratuvar malzeme ve ekipmanları kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Deneme düzeni

Araştırma, biberde 5 farklı sulama suyu tuzluluğu ve 3 farklı oksijen konsantrasyonuna sahip sulama suyunun 3 tekrarlamalı olarak uygulandığı 5 x 3 faktöriyel düzende

yürütülmüştür. 3 tekerrür ile toplam 45 lizimetrede deneme düzeni oluşturulmuştur (Şekil. 3.4).

T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1	T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 3	T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 1	T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 2	T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 1
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 1	T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 2	T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 3	T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 1	T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 3
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 2	T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 1	T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 3	T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2	T <sub>5</sub> O <sub>3</sub> 1
T <sub>5</sub> O <sub>3</sub> 2	T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 2	T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3	T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 2	T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 3
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1	T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 1	T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 1	T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 3	T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 2
T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 2	T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 3	T <sub>5</sub> O <sub>3</sub> 3	T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 1	T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 1
T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 3	T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 3	T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 3	T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 3	T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 2
T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 1	T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 2	T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3	T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 2	T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 3
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 2	T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 2	T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 1	T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 2	T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 1

Şekil 3.4 Deneme konuları yerleşim planı

Araştırmada kullanılan 5 değişik kalitedeki sulama sularından ilki şehir şebekesi suyudur (T<sub>1</sub>). İyi kalitede olan bu suyun elektriksel iletkenliği 0.25 dS/m civarındadır. Aynı zamanda bu konu tuzluluk açısından kontrol konusunu oluşturmaktadır. Diğer sulama suları ise şehir şebekesi suyuna, hacmi belli plastik kaplarda NaCl ve CaCl<sub>2</sub> tuzları eklenerek oluşturulmuştur (Maas *et al.* 1988). Tuz eklenerek oluşturulan diğer sulama sularının toplam tuzlulukları ise sırasıyla T<sub>2</sub> = 1.00 dS/m, T<sub>3</sub> = 2.00 dS/m, T<sub>4</sub> = 4.00 dS/m ve T<sub>5</sub> = 8.00 dS/m'dir.

Araştırmada sulama suyu oksijen konsantrasyonlarının ise, yine şehir şebekesi suyuna hacmi belli plastik kaplarda belirli oranlarda oksijen tabletleri atılarak O<sub>1</sub> = 6.00 mg/L, O<sub>2</sub> = 8.00 mg/L ve O<sub>3</sub> = 10.00 mg/L olması sağlanmıştır. Sulama sularının oksijen konsantrasyonları oksijenmetre ile belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Sulama sularının oksijenmetre ile oksijen düzeylerinin belirlenmesi

Sulama sularının toplam tuzlulukları yanında, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)'da toprak ve bitki özelliklerine etkili olmaktadır (Anonymous 1954, Ayyıldız 1990). Araştırmada sulama sularının yalnızca toplam tuzluluk 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 etkisinin oluşmasına izin verilmemiştir.

### 3.2.2 Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler

#### 3.2.2.1 Serada lizimetrelerin oluşturulması

Denemede kullanılmak üzere Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarında st 30 cm toprak kazılarak alınan topraklar, seraya getirilerek burada hava kurusu olacak şekilde kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar 4 mm elekten elenerek belirli oranda ince kum ile karıştırılmış ve gerekli miktarlarda gübre ilavesi yapılmıştır. Lizimtrelere yerleştirilirken doğal birim hacim ağrlığına denk gelecek şekilde tartılarak yerleştirilmiştir (şekil 3.6).



şekil 3. 6. Serada lizimetrelerin oluşturulması

### 3.2.2.2 Uygulanan tarım tekniği

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

#### a. Fide yetiştirme ve dikim

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünden dikime hazır olarak alınan biber (*Capsicum annuum L.*) fideleri elle lizimetrelere şaşırtılarak dikilmiştir. Fideler Bahçe Bitkileri serasında bitki besin maddelerince çok zengin olan yastık toprağı, oldukça sık sulanarak yetiştirilmiştir.

Mayıs ayı ortalarına doğru dikilecek duruma gelen fideler serada her lizimetreye 5 fide gelecek şekilde dikilmiştir. Dikimin hemen ardından bitkilere can suyu verilmiştir.

#### b. Gübreleme

Toprak bölümü bitki besleme kürsüsü elemanlarınca tüm konular için eşit miktarda önerilen fosfor ve azotlu gübreler, lizimetre kolonlarının oluşturulması sırasında toprağa ilave edilmiştir. Yalnız azotun kolay yıkanabilme durumu dikkate alınarak toplam doz  defada uygulanmıştır.

#### c. Bakım ve tarımsal mücadele

Bitkilerin dikiminden itibaren toprakta görülen yabancı otlar elle koparılarak uzaklaştırılmıştır. Bitkileri özellikle çiçeklenme döneminde hasara uğratan *Phytophythora* zararlısına karşı, kök boğazı doldurulmuş, ayrıca bitkilerin yetişme periyodu boyunca karşılaşılan yaprak biti zararlısına karşı Bitki Koruma Bölümü tarafından nerilen Malathion 20 EC ilacı önerilen dozda uygulanmıştır (şekil 3.7).



Şekil 3. 7. Zararlılarla mücadele

d. Hasat

Bitkilerin hasadı Ağustos ayı ortalarından sonra başlayıp, Ekim sonuna kadar sürmüştür. Hasat elle, meyvelerin sapları dallardan kırılarak yapılmıştır. Bitkinin meyve verme periyodunun uzun olması nedeniyle hasat altı defada yapılmıştır.

**3.2.2.3 Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi**

Sulamalar, lizimetrelerin tartılı lizimetre şeklinde kullanılması esasına göre tarla kapasitesinden 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 getirilerek sulanmıştır. Örneğin bir lizimetrenin tarla kapasitesindeki ağırlığı 80 kg ise



ve sulama yapılan dönemde tartılan ağırlığı 76 kg geldiyse 4 litre su ilave edilerek o lizimetre tarla kapasitesine getirilmiştir.

### **3.2.3 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler**

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

#### **3.2.3.1 Toprak tuzluluk analizleri**

Denemenin çeşitli aşamalarında alınan toprak örneklerinde tuzluluk analizleri yapılmıştır. Topraklarda tuzluluk analizleri, toprak saturasyon macunundan elde edilen saturasyon eriyiği üzerinde yapılmıştır.

- a. Elektriksel iletkenlik: Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, saturasyon eriyiğinde elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.
- b. Çözelti reaksiyonu (pH) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, cam elektrotlu Beckman pH metresi ile belirlenmiştir.
- c. Kalsiyum ( $Ca^{++}$ ) ve Magnezyum ( $Mg^{++}$ ) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, EDTA ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.
- d. Sodyum ( $Na^+$ ) ve Potasyum ( $K^+$ ) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, fleymfotometrik yöntemle belirlenmiştir.
- e. Karbonat ( $CO_3^{=}$ ) ve Bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, karbonat için fenol fitaleyn, bikarbonat için metiloranj indikatörleri kullanılarak sülfürik asit ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.

- f. Klor ( $\text{Cl}^-$ ) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş nitrat ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.
- g. Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) : Anonymous'un (1954) belirttiği esaslara göre, Baryum sülfat biçiminde çökeltme yöntemine göre saptanmıştır.
- h. Oksijen konsantrasyonu ( $\text{O}_2$ ) : El tipi OxyGuard Oksijenmetre aleti ile belirlenmiştir.

### 3.2.3.2 Sulama suyu kalite analizleri

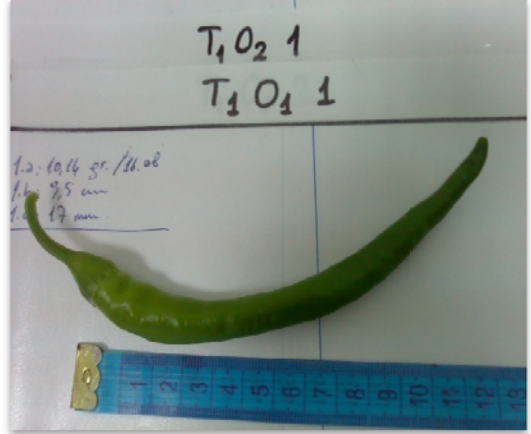
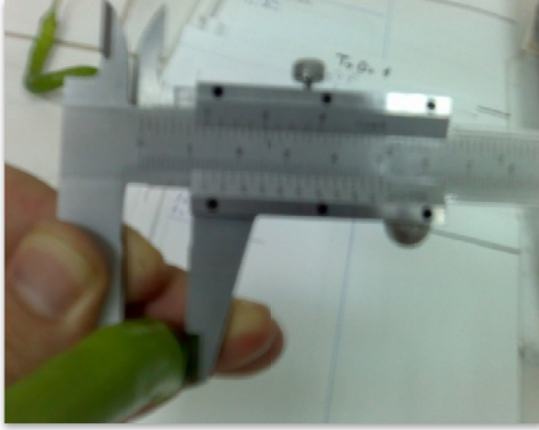
Araştırmada sulama sularının kalite analizleri olarak, sulama suyu elektriksel iletkenliği, pH, sodyum ( $\text{Na}^+$ ), Potasyum ( $\text{K}^+$ ), Kalsiyum+Magnezyum ( $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ ), Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), Klor ( $\text{Cl}^-$ ) ve Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) analizleri 3.2.3.1 başlığı altında belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

### 3.2.3.3 Bitki analizleri

Bu bölümde, araştırmada yetiştirilen biber bitkisinde yapılan bazı fiziksel ölçümler ve analizler açıklanmıştır. Yapılan fiziksel ölçümlere ait bazı fotoğraflar Şekil 3.8'de gösterilmektedir.

- a. Bitki boyu: Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınmıştır. Bu uzunluk cm hassasiyetinde 120 cm'lik uzun cetvellerle belirlenmiştir.
- b. Kök derinliği: Bitki kök derinliği olarak hasat döneminde bitkinin kökünü uzatabildiği en derin nokta ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe cm olarak dikkate alınmıştır.
- c. Meyve boyu: Hasat edilen biberlerin her birinin boyu kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

- d. Meyve apı: Hasat edilen biberlerin her birinin çapı kumpas ve mezura yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür.
- e. Meyve ağırlığı: Hasat edilen biberlerin her birinin ağırlığı hassas terazi ile %1 gram hassasiyetinde tartılarak ölçülmüştür.
- f. Kuru madde: Kacar'ın (1972) belirttiğı esaslara göre bitkilerin meyve, yaprak, dal ve kök kısımlarından alınan örnekler 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup yaş ağırlığa oranlanarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.
- g. Toplam kül: Kacar'ın (1972) belirttiğı esaslara göre bitkilerin meyve, 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 3.8 Biber bitkisinde yapılan bazı fiziksel ölçümlere ait fotoğraflar

#### 4. ARAŞTIRMADA ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu veriler, bitki gelişmesine ilişkin bulgular, biber meyvesi özelliklerine ilişkin bulgular, bitkilerin çeşitli organlarında yapılan kalite analiz sonuçları, bitki su tüketimi, toprak ve sulama suyu analiz bulguları başlıkları altında incelenmiş ve bu bulguların çeşitli yönlerden tartışmaları yapılmıştır.

##### 4.1 Bitki Verimine İlişkin Bulgular

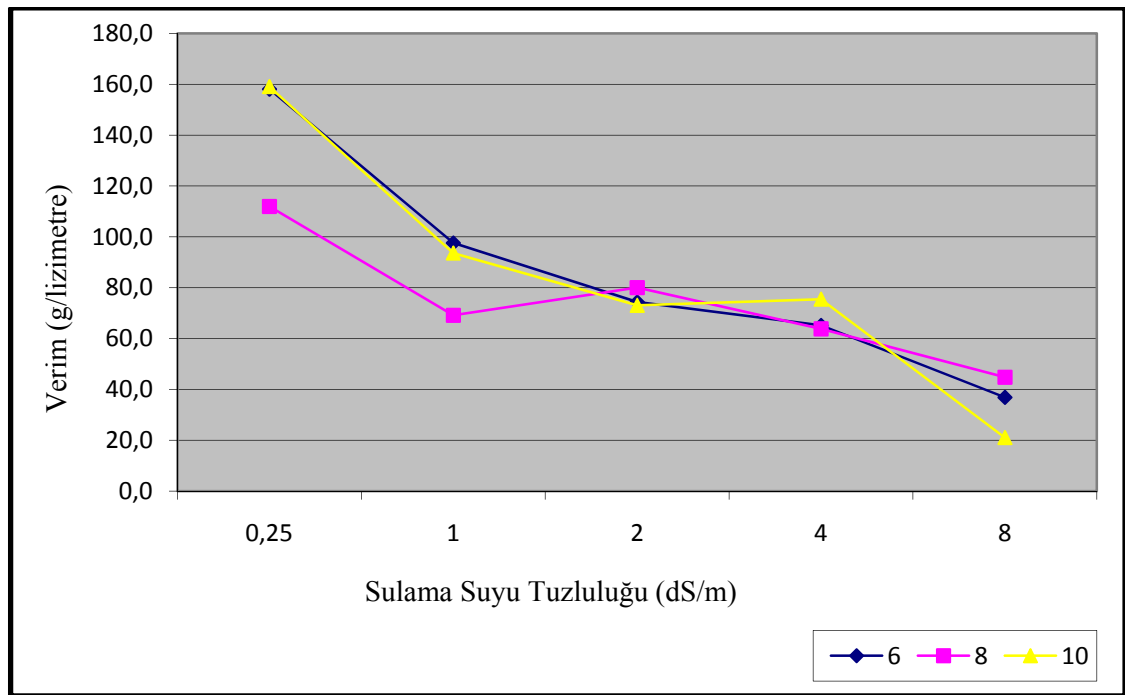
Bu çalışmada yetiştirilen sivri biberin, sulama suyu tuzluluğu (T) ve oksijen içeriği (O) konuları için elde edilen meyve verimleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi, denemenin ortalama biber verimleri  $O_1$ ,  $O_2$  ve  $O_3$  oksijen içeriği konuları için sırasıyla  $T_1$  konusunda 158.05, 111.93 ve 159.01,  $T_2$  konusunda 97.57, 69.15 ve 93.58,  $T_3$  konusunda 74.36, 66.73 ve 73.04,  $T_4$  konusunda 65.13, 63.81 ve 75.44 ve  $T_5$  konusunda 36.83, 44.79 ve 21.03 g/liz. olmuştur. Elde edilen verim değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak oluşturulan grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Gerek Çizelge 4.1’deki değerler, gerekse Şekil 4.1’de yer alan grafik incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğunun biber verimini etkilediği fakat oksijen içeriği ile anlamlı bir ilişki kurulamadığı görülmektedir.

Çalışmada elde edilen verimlerin istatistiksel analizleri, varyans analizi şeklinde yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987). Meyve verimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de, önemli bulunan faktörler için Duncan değerlendirmesi ise Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Varyans analizi tablosundan izlenebileceği gibi, oksijen oranlarına göre verimler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.1 Araştırmada elde edilen biber verim değerleri (g/liz)

Oksijen İçeriği (mg/lt)	Tekerrür	Sulama Suyu Tuzluluğu				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	137.52	97.09	67.62	41.17	40.96
	2	162.16	90.36	79.61	63.55	51.16
	3	174.48	105.25	75.84	90.68	18.38
Ortalama		158.05	97.57	74.36	65.13	36.83
O <sub>2</sub>	1	111.51	70.60	79.10	64.38	57.68
	2	132.72	62.76	94.31	58.81	20.20
	3	91.55	74.09	66.73	68.25	56.49
Ortalama		111.93	69.15	80.05	63.81	44.79
O <sub>3</sub>	1	165.66	103.38	67.63	63.54	21.81
	2	139.30	89.72	69.90	88.32	13.56
	3	172.06	87.64	81.58	74.45	27.73
Ortalama		159.01	93.58	73.04	75.44	21.03



Şekil 4.1 Sulama suyu tuzluluğu ve oksijen içeriği ile biber verimi ilişkisi

Çizelge 4.2 Araştırmada elde edilen verimlerin oksijen oranlarına göre varyans analizi

Verim (g/liz)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	1342.041	2	671.020	0.414	0.664*
Grup içi	68138.809	42	1622.353		
Toplam	69480.850	44			

\*ANOVA testinde  $p > 0.05$  olduğundan istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi oksijen içeriği ile verim arasında önemli bir değişiklik ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 4.3 Araştırmada elde edilen verimlerin tuzluluğa göre varyans analizi

Verim (g/liz)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	56304.467	4	14076.117	42.731	0.000*
Grup içi	13176.383	40	329.410		
Toplam	69480.850	44			

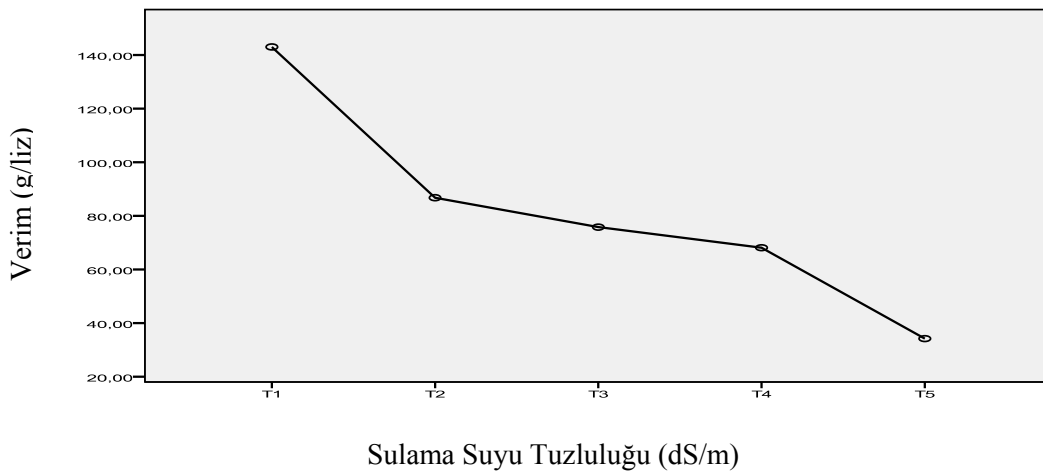
\*Sig < 0.05 olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Çizelge 4.3'den görüldüğü gibi dikkate alınan tuzluluk konularıyla verim arasında çok önemli ilişki belirlenmiştir. Bu durumda Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğunun araştırılması gerekir. Bundan sonra da Duncan gruplandırması yapılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Araştırmada elde edilen verimlerin tuzluluk oranlarına göre Duncan gruplandırması

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları			
		D	C	B	A
T <sub>5</sub>	9	34.2189			
T <sub>4</sub>	9		68.1278		
T <sub>3</sub>	9		75.8133	75.8133	
T <sub>2</sub>	9			86.7656	
T <sub>1</sub>	9				142.9956
P		1.000	0.374	0.208	1.000

Duncan alt grup testinde farklılıklara göre oluşan 4 alt grup görülmektedir. Çizelge 4.4.'de tuzluluğa ilişkin konulara göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim, en düşük tuzluluğa sahip olan T<sub>1</sub> (0.25 dS/m) konusunda (142.9956 g/liz), en düşük verim ise T<sub>5</sub> konusunda (34.2189 g/liz) elde edilmiştir. Buna göre %5 düzeyindeki gruplandırmada dört farklı grup oluşmuştur. T<sub>1</sub>, A grubunda, T<sub>2</sub>, B grubunda, T<sub>3</sub>, B ve C grubunda, T<sub>4</sub>, C grubunda ve T<sub>5</sub>, D grubunda yer almıştır. Bu sonuçlara göre, T<sub>3</sub> ve T<sub>2</sub> ile T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> konuları arasında %95 olasılıkla anlamlı bir fark olmadığı düşünülürken T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>-T<sub>4</sub>, T<sub>2</sub>-T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>-T<sub>5</sub> ve T<sub>4</sub>-T<sub>5</sub> konuları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

Anova testinde, oksijen oranlarına göre verimler arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığından bu konulara Duncan testi uygulanamamıştır. Tuzluluk oranı arttıkça verimin azaldığı Şekil 4.2'de açıkça görülmektedir.



Şekil 4.2 Araştırmada elde edilen tuzluluk konuları ortalama biber verimleri ile sulama suyu tuzluluğu arasındaki ilişki

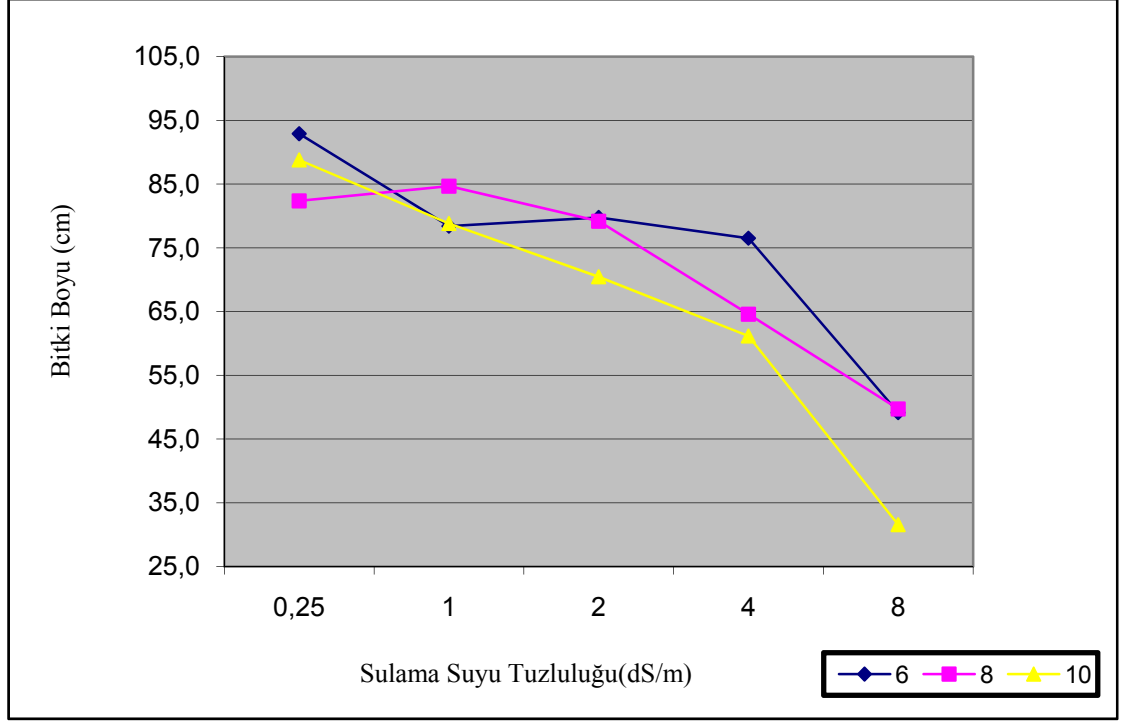


#### 4.2 Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamına ilişkin sonuçlar, bitki boyu ve bitki kök derinliği olarak incelenmiştir. Araştırmada bitkilerin toprak üstü organlarının yükseklikleri ölçülmüştür. Sulama suyu oksijen oranı ve tuzluluğuna bağlı olarak elde edilen bitki boyu değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Araştırmada ölçülen bitki boyu değerleri ve ortalamaları

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	92.67	83.67	72.75	67.50	37.00
	2	80.00	83.25	87.25	82.50	56.67
	3	106.00	68.25	79.25	79.50	53.75
Ortalama		92.89	78.39	79.75	76.50	49.14
O <sub>2</sub>	1	79.75	71.25	77.00	57.00	61.00
	2	85.33	88.25	79.25	60.00	34.50
	3	82.00	94.50	81.25	76.75	53.67
Ortalama		82.36	84.67	79.17	64.58	49.72
O <sub>3</sub>	1	88.50	77.67	56.33	55.00	31.67
	2	80.50	77.75	80.00	63.50	25.67
	3	97.33	81.00	75.00	65.00	37.33
Ortalama		88.78	78.81	70.44	61.17	31.56



Şekil 4.3 Sulama suyu tuzluluğu ve oksijen içeriği ile bitki boyu ilişkisi

Çizelge 4.6 Araştırmada elde edilen bitki boylarının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Bitki Boyu (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	652.891	2	326.445	0.994	0.379*
Grup içi	13797.743	42	328.518		
Toplam	14450.634	44			

\*Varyans eşitliği sağlandığı için Duncan testi uygulanmıştır. P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen düzeylerine göre bitki boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi dikkate alınan oksijen düzeyleri ile bitki boyu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Tuzluluk oranı arttıkça bitki boyu azalmaktadır. Gruplar arasında farklılık nedeniyle Duncan testine göre 4 alt grup oluşmuştur. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi dikkate alınan tuzluluk oranı ile bitki boyu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Araştırmada elde edilen bitki boylarının tuzluluğa göre varyans analizi

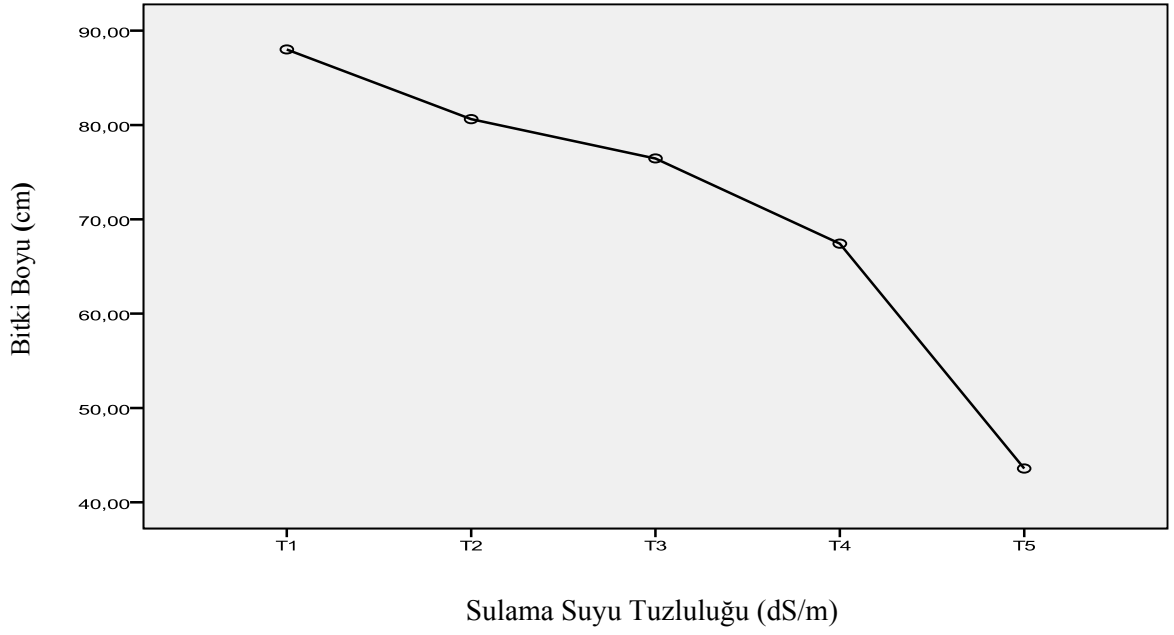
Bitki Boyu (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	10582.422	4	2645.606	27.357	0.000*
Grup içi	3868.211	40	96.705		
Toplam	14450.634	44			

\*Varyans eşitliği sağlandığı için Duncan testi uygulanmıştır. P (anlamlılık değeri) < 0.05 (Tuzluluk oranlarına göre bitki boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur).

Duncan alt grup testinde farklılıklara göre oluşan 4 alt grup görülmektedir. Çizelge 4.8.'de tuzluluğa ilişkin konulara göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim, en düşük tuzluluğa sahip olan T<sub>1</sub> (0.25 dS/m) konusunda (88.0089 g/liz), en düşük verim ise T<sub>5</sub> konusunda (43.5844 g/liz) elde edilmiştir. Buna göre %5 düzeyindeki gruplandırmada dört farklı grup oluşmuştur. T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> A grubunda, T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> B grubunda, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> C grubunda, T<sub>5</sub> ise C grubunda yer almıştır. Bu sonuçlara göre, T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub>, T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub>, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> konuları arasında %95 olasılıkla anlamlı bir fark olmadığı düşünülürken T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>-T<sub>4</sub>, T<sub>2</sub>-T<sub>5</sub> ve T<sub>3</sub>-T<sub>5</sub> konuları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Araştırmada elde edilen bitki boylarının tuzluluk oranlarına göre Duncan testi

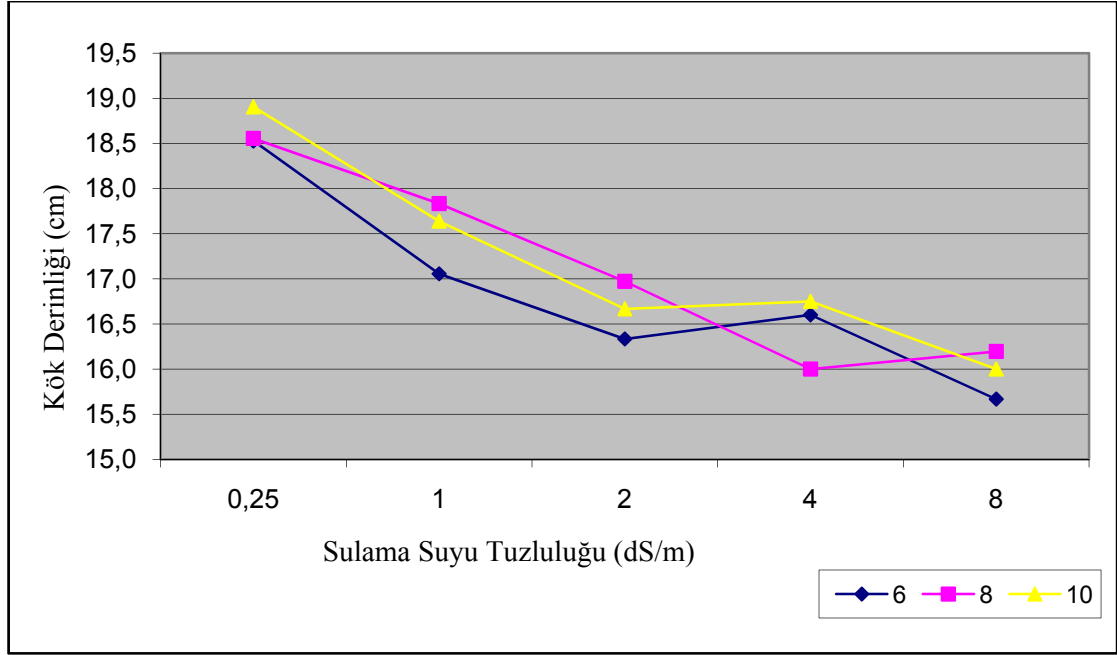
Bitki Boyu (cm)	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları			
		D	C	B	A
T <sub>5</sub>	9	43.5844			
T <sub>4</sub>	9		67.4167		
T <sub>3</sub>	9		76.4533	76.4533	
T <sub>2</sub>	9			80.6211	80.6211
T <sub>1</sub>	9				88.0089
P		1.000	0.058	0.374	0.119



Şekil 4.4 Sulama suyu tuzluluğu ile bitki boyu arasındaki ilişki

Çizelge 4.9 Araştırmada ölçülen kök derinliklerine ait değerler (cm)

Kök Derinliği (cm)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	17.8	17.0	15.8	16.8	16.0
	2	19.5	17.5	17.3	16.3	15.5
	3	18.3	16.7	16.0	16.8	15.5
Ortalama		18.5	17.1	16.3	16.6	15.7
O <sub>2</sub>	1	19.5	17.5	17.7	15.5	17.3
	2	18.7	17.8	17.3	15.5	15.5
	3	17.5	18.3	16.0	17.0	15.8
Ortalama		18.6	17.8	17.0	16.0	16.2
O <sub>3</sub>	1	18.3	18.7	16.0	16.3	0.0
	2	18.8	16.0	17.0	16.8	0.0
	3	19.7	18.3	17.0	17.3	16.0
Ortalama		18.9	17.6	16.7	16.8	16.0



Şekil 4.5 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-kök derinliği ilişkisi

Çizelge 4.10 Araştırmada elde edilen kök derinliklerinin oksijen düzeyine göre varyans analizi

Kök Derinliği (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	37.041	2	18.521	1.337	0.274*
Grup içi	581.911	42	13.855		
Toplam	618.952	44			

\* ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Sig > 0.05).

Çizelge 4.11 Araştırmada elde edilen kök derinliklerinin tuzluluk oranına göre varyans analizi

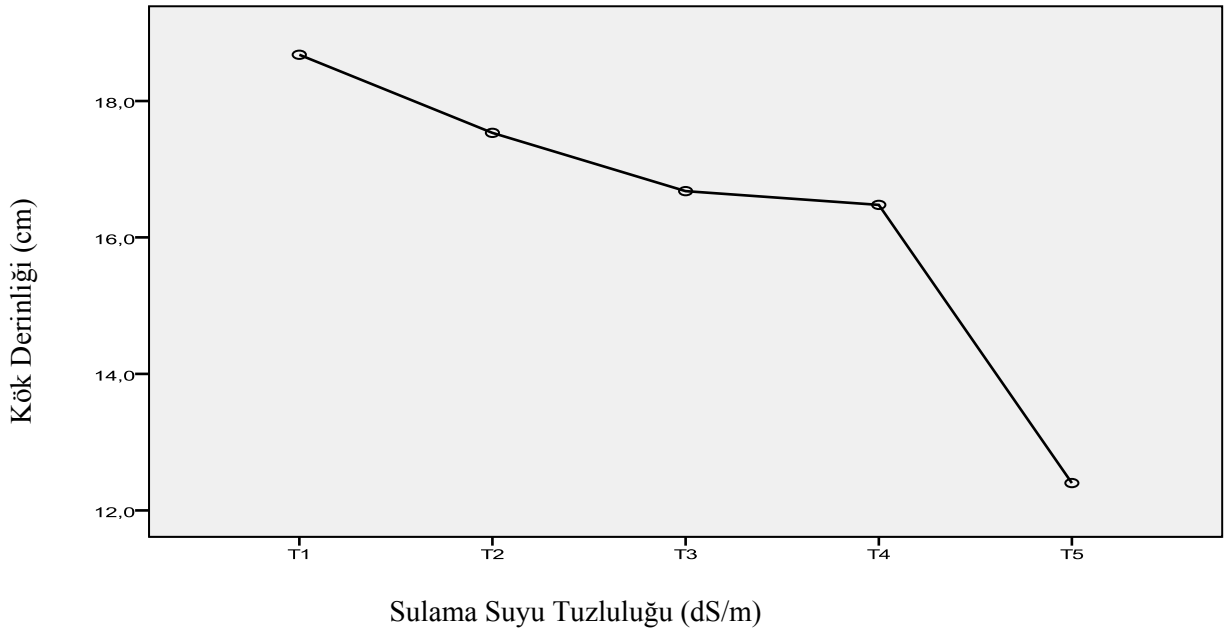
Kök Derinliği (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	202.905	4	50.726	4.877	0.003*
Grup içi	416.047	40	10.401		
Toplam	618.952	44			

\* Sig < 0.05 olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğu araştırılmıştır.

Çizelge 4.12 Kök derinliği ile tuzluluk oranı arasındaki Duncan alt grup tablosu

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları	
		B	A
T <sub>5</sub>	9	12.400	
T <sub>4</sub>	9		16.478
T <sub>3</sub>	9		16.678
T <sub>2</sub>	9		17.533
T <sub>1</sub>	9		18.678
P		1.000	0.195

Gruplar arasındaki farklılığa göre oluşan alt gruplar Duncan alt grup tablosu ile de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre T<sub>5</sub> tuzluluk oranına sahip olan konunun diğer tuzluluk oranına sahip olan konular ile arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. T<sub>5</sub> düzeyindeki tuzluluk oranının bitki kök derinliğine olumsuz yönde etkisi olduğu Şekil 4.6’da da görülmektedir.



Şekil 4.6 Sulama suyu tuzluluğu ile kök derinliği arasındaki ilişki

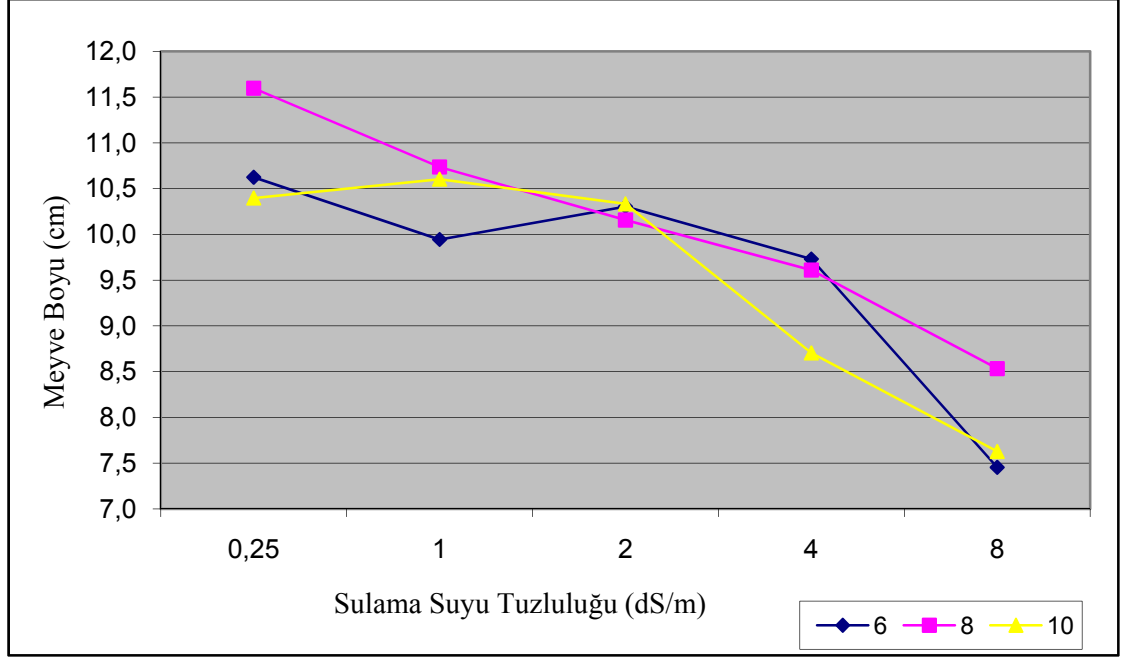
### 4.3 Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde hasat edilen meyvelerde yapılan meyve boyu ve meyve çapı ölçümlerinin sonuçları verilmiştir.

Hasat edilen meyvelerin sap kısımlarının başlangıcı ile uç kısımları arasındaki mesafe bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve bu uzunluk meyve boyu olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada hasat edilen meyvelerin boylarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.13’de, farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu ile biber boyu ilişkisi ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Araştırmada elde edilen meyve boyu değerleri (cm)

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	9.67	11.30	11.00	9.78	7.29
	2	12.30	10.20	10.10	9.02	9.24
	3	9.90	8.33	9.81	10.39	5.83
Ortalama		10.62	9.94	10.30	9.73	7.45
O <sub>2</sub>	1	11.59	8.04	10.45	10.50	7.97
	2	12.70	12.50	8.92	9.55	8.50
	3	10.50	11.67	11.10	8.78	9.13
Ortalama		11.60	10.74	10.16	9.61	8.53
O <sub>3</sub>	1	10.79	11.43	11.70	8.80	7.47
	2	10.23	9.10	9.13	8.86	8.50
	3	10.17	11.28	10.17	8.45	6.91
Ortalama		10.40	10.60	10.33	8.70	7.63



Şekil 4.7 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi

Araştırmada ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi Çizelge 4.14’de verilmiştir. Buna göre; sulama suyu oksijen düzeyi meyve boyunu %5 önemlilikte etkilememiştir.

Çizelge 4. 14. Araştırmada elde edilen meyve boylarının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Meyve Boyu (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	3.126	2	1.563	0.667	0.519*
Grup içi	98.467	42	2.344		
Toplam	101.593	44			

\* P (anamlılık değeri) > 0,05 (Oksijen düzeylerine göre meyve boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır). Gruplar arasında fark olmadığı için Duncan alt grup testinde tek alt grup oluşmuştur (Çizelge 4.16).



Çizelge 4. 15. Araştırmada elde edilen meyve boylarının tuzluluk oranına göre varyans analizi

Meyve Boyu (cm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	51.077	4	12.769	10.111	0.000*
Grup içi	50.516	40	1.263		
Toplam	101.593	44			

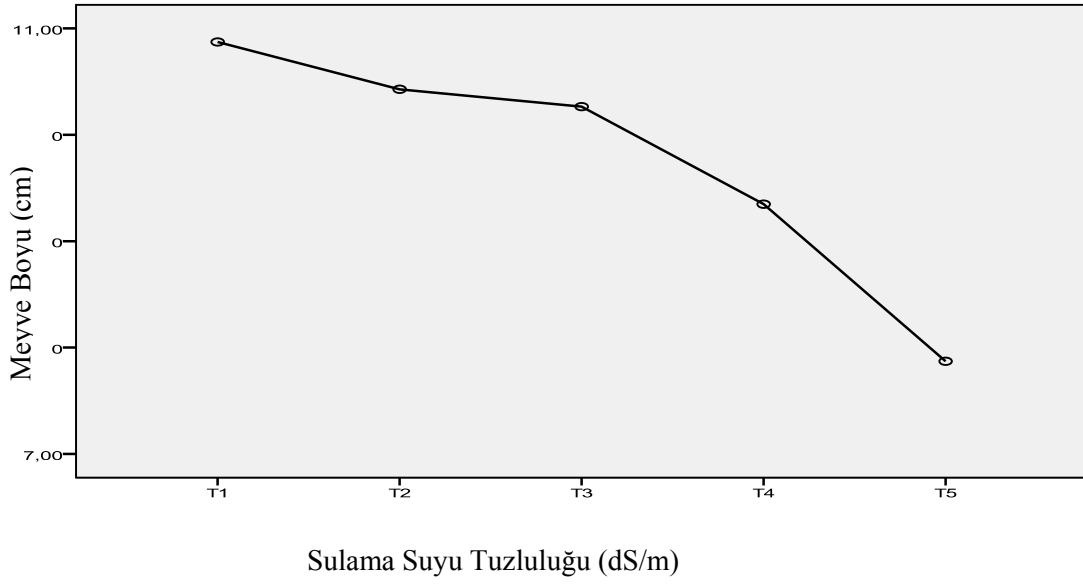
\* Sig < 0.05 olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğu araştırılmıştır.

Çizelge 4. 16. Araştırmada elde edilen meyve boylarının tuzluluk oranına göre Duncan testi

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları		
		C	B	A
T <sub>5</sub>	9	7.8711		
T <sub>4</sub>	9		9.3478	
T <sub>3</sub>	9		10.2644	10.2644
T <sub>2</sub>	9		10.4278	10.4278
T <sub>1</sub>	9			10.8722
P		1.000	0.060	0.287

Varyansların homojen olması sağlanmıştır. Duncan alt grup testine göre 3 alt grup oluşmuştur.

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi, T<sub>1</sub> konusu A grubunda, T<sub>2</sub> konusu hem A, hem B grubunda, T<sub>3</sub> konusu yine hem A, hem B grubunda, T<sub>4</sub> konusu B grubunda ve T<sub>5</sub> konusu ise C grubunda yer almıştır.



Şekil 4.8 Tuzluluk oranı ile meyve boyu arasındaki ilişki

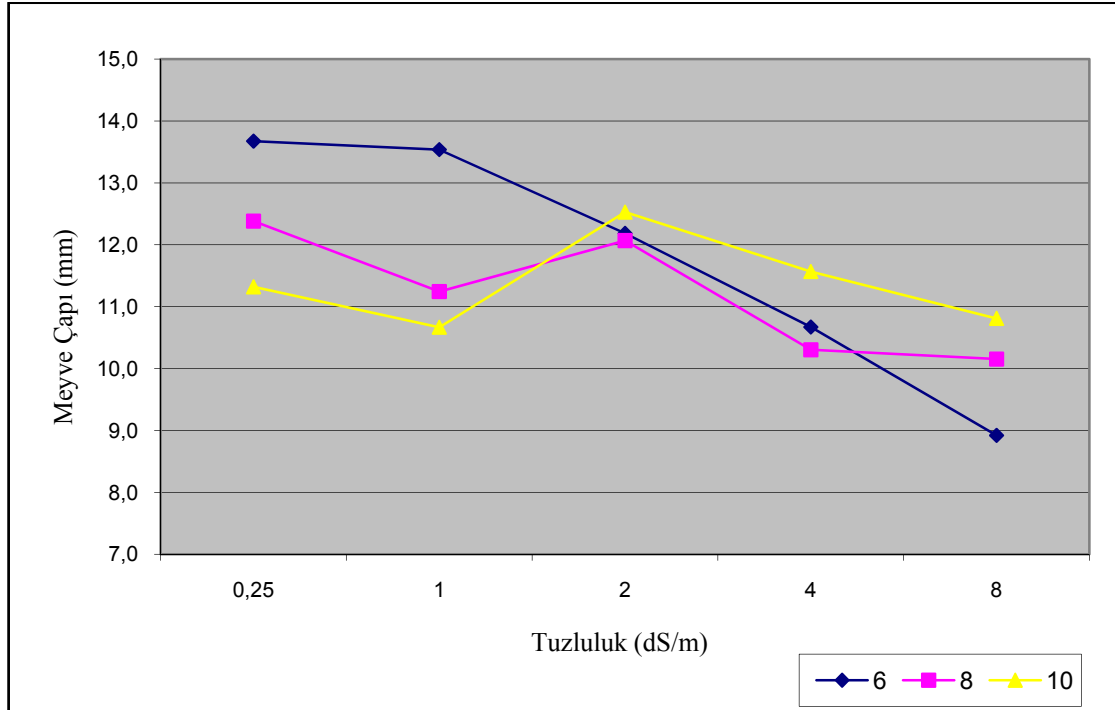
Sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmasına göre, en büyük meyve boyu değeri T<sub>1</sub> konusunda (10.8722 cm) ve en küçük değeri T<sub>5</sub> konusunda (7.8711 cm) elde edilmiştir.

Tuzluluk oranı arttıkça meyve boyu değeriindeki azalma Şekil 4.8’de görülmektedir.

Hasat edilen meyvelerin gövde genişlikleri bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve bu genişlik meyve çapı olarak kaydedilmiştir. Meyvelerin çaplarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Araştırmada elde edilen meyve çapı değerleri (mm)

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	13.10	13.30	14.00	10.83	7.58
	2	13.45	12.42	11.58	10.75	10.18
	3	14.47	14.89	10.97	10.43	9.00
Ortalama		13.67	13.54	12.18	10.67	8.92
O <sub>2</sub>	1	11.00	12.13	12.33	9.93	9.63
	2	12.14	10.00	11.26	10.75	11.00
	3	14.00	11.60	12.61	10.23	9.83
Ortalama		12.38	11.24	12.07	10.30	10.15
O <sub>3</sub>	1	11.62	11.10	15.00	12.20	14.00
	2	11.00	9.00	11.54	11.57	9.00
	3	11.34	11.90	11.04	10.93	9.43
Ortalama		11.32	10.67	12.53	11.57	10.81



Şekil 4.9 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve çapı ilişkisi

Çizelge 4.18'den görüleceği gibi ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi sonucunda, oksijen düzeyi ve sulama suyu tuzluluğunun meyve çapına bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.18 Araştırmada elde edilen meyve çaplarının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Meyve Çapı (mm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	2.596	2	1.298	0.455	0.638*
Grup içi	119.821	42	2.853		
Toplam	122.417	44			

\* P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen oranlarına göre meyve çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

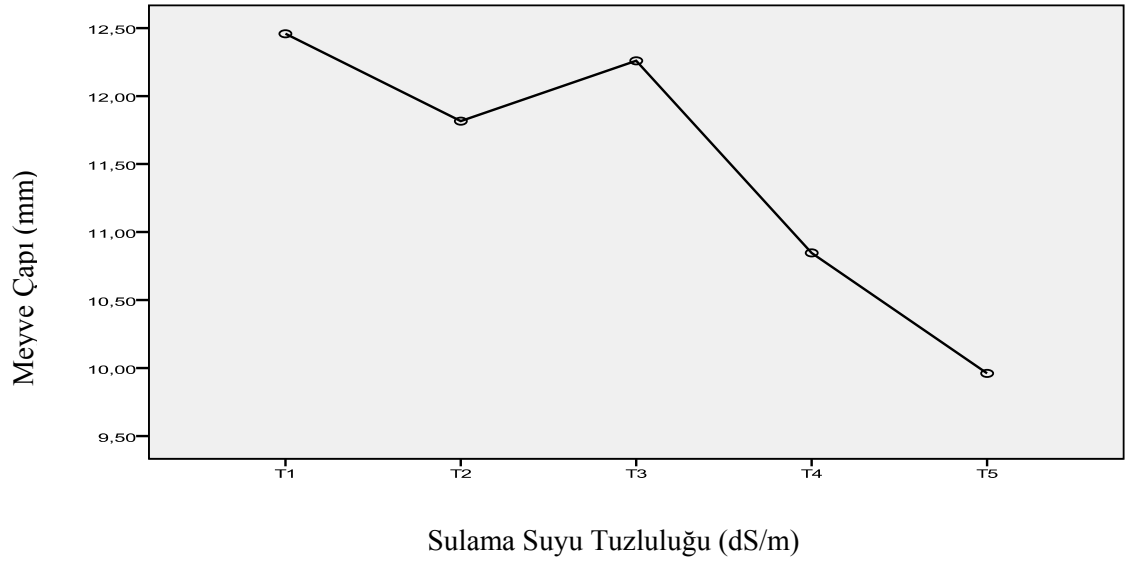
Çizelge 4.19 Araştırmada elde edilen meyve çaplarının tuzluluk oranına göre varyans analizi

Meyve Çapı (mm)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	39.445	4	9.861	4.754	0.003*
Grup içi	82.973	40	2.074		
Toplam	122.417	44			

\* P < 0.05 olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğu araştırılmıştır. Varyansların homojenliği sağlandığı için Duncan alt grup testine bakılmış ve 3 alt grup oluştuğu gözlenmiştir. (Varyansların homojenliği sağlanmasaydı Tamhane's T2 testine bakılması gerekecekti).

Çizelge 4.20 Araştırmada elde edilen meyve çaplarının tuzluluk oranına göre Duncan testi

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları		
		C	B	A
T <sub>5</sub>	9	9.9611		
T <sub>4</sub>	9	10.8467	10.8467	
T <sub>2</sub>	9		11.8156	11.8156
T <sub>3</sub>	9		12.2589	12.2589
T <sub>1</sub>	9			12.4578
P		0.200	0.055	0.379



Şekil 4.10 Tuzluluk oranı ile meyve çapı arasındaki ilişki

Tuzluluk oranı arttıkça meyve çapı değerlerinin azaldığı Şekil 4.10'da görülmektedir.

#### 4.4 Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular

Bu bölümde bitkinin meyve, yaprak ve dal gibi organlarında yapılan bazı analiz sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

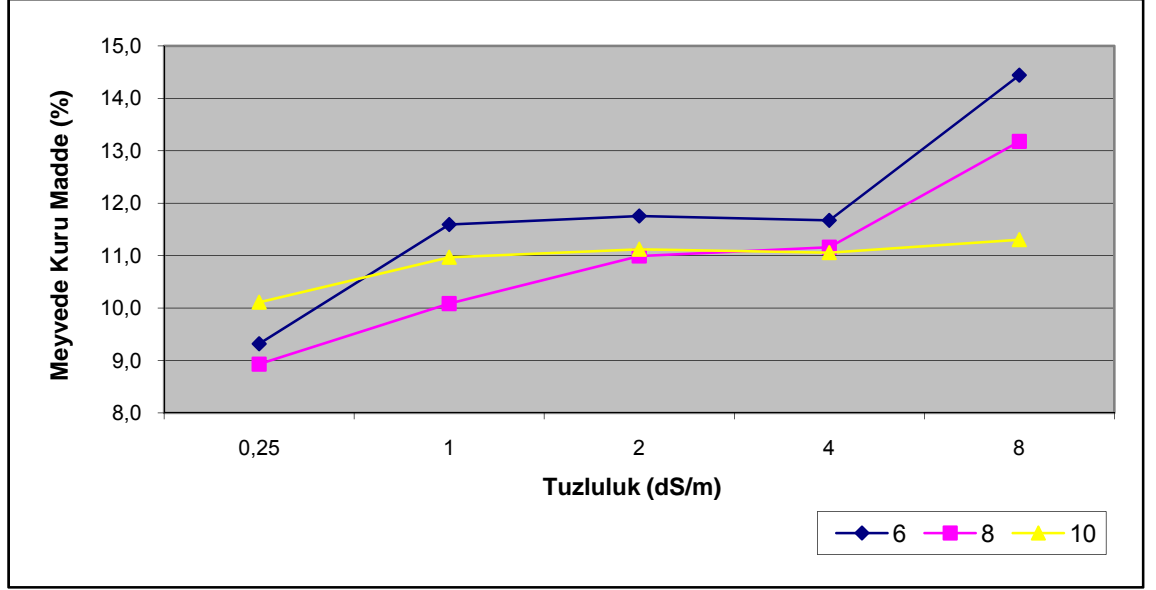
##### 4.4.1 Meyve kalite analizi bulguları

Hasat edilen meyveler sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C’de etüvde kurutulmuştur. Yaş meyvede kuru madde oranı % olarak bulunmuş ve meyve kuru madde miktarı olarak değerlendirilmiştir (Kacar, 1972). Araştırmada elde edilen meyve kuru madde değerleri Çizelge 4.21’de, farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı arasındaki ilişki ise Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Araştırmada elde edilen meyve kuru madde değerleri (%)

Oksijen İçeriği (mg/lt)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	9.32			10.84	14.17
	2		10.25	11.76	12.10	14.71
	3		12.94		12.07	
Ortalama		9.32	11.59	11.76	11.67	14.44
O <sub>2</sub>	1		10.83	12.36	10.15	14.38
	2	8.93		10.59	10.61	
	3		9.34	10.03	12.72	11.97
Ortalama		8.93	10.09	10.99	11.16	13.18
O <sub>3</sub>	1	10.01	11.10		11.70	13.00
	2			11.49	9.84	
	3	10.21	10.84	10.75	11.64	9.61
Ortalama		10.11	10.97	11.12	11.06	11.30

Çizelge 4.21’de görüldüğü gibi meyve kuru madde değerleri bazı konularda eksiktir. Bunun nedeni kuru madde tayinine biraz geç başlanmış olması ve o dönemden sonra alınan verimlerde kuru madde tayininin yapılmasıdır. Bazı konulardan da ürün alınmadığı için meyve kuru madde miktarı değerleri belirlenememiştir.



Şekil 4.11 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak meyvede kuru madde miktarı artmaktadır. Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda sulama suyu tuzluluğu meyvede kuru madde miktarına %5 önemlilikte etki etmiştir.

Çizelge 4.22 Araştırmada elde edilen meyve kuru madde oranının tuzluluk oranına göre varyans analizi

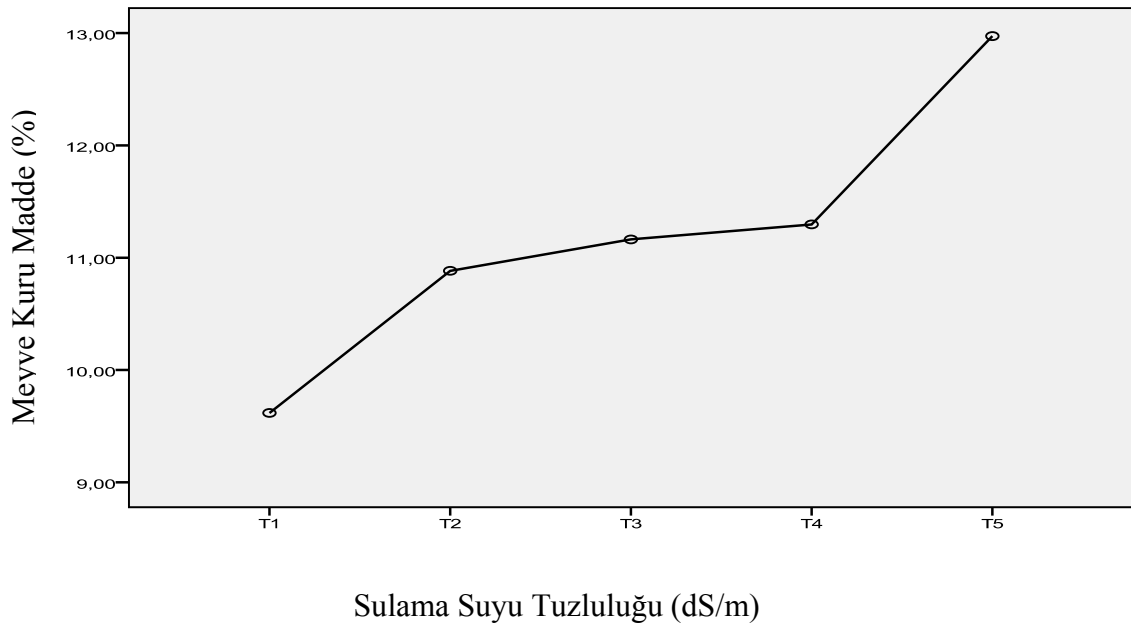
Meyve Kuru Madde Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	29.277	4	7.319	4.979	0.004*
Grup içi	38.222	26	1.470		
Toplam	67.500	30			

\*  $P < 0.05$  olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğu araştırılmıştır. Varyansların homojenliği sağlandığı için Duncan alt grup testine bakılmış ve 3 alt grup oluştuğu gözlenmiştir. (Varyansların homojenliği sağlanmasaydı Tamhane’s T2 testine bakılması gerekirdi).

Çizelge 4.23 Araştırmada elde edilen meyve kuru madde oranının tuzluluk oranına göre Duncan testi

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları		
		C	B	A
T <sub>1</sub>	4	9.6175		
T <sub>2</sub>	6	10.8833	10.8833	
T <sub>3</sub>	6		11.1633	
T <sub>4</sub>	9		11.2967	
T <sub>5</sub>	6			12.9733
P		0.087	0.589	1.000

Tuzluluk oranı arttıkça meyvede kuru madde miktarının arttığı Şekil 4.12’de görülmektedir.



Şekil 4.12 Tuzluluk oranı ile meyve kuru madde arasındaki ilişki

Çizelge 4.23’de verilen gruplandırmaya göre en yüksek kuru madde değeri T<sub>5</sub> konusunda (%12.9733), en düşük kuru madde değeri ise T<sub>1</sub> konusunda (%9.6175) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub>-T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>-T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>-T<sub>5</sub> ve T<sub>4</sub>-T<sub>5</sub> konuları arasında %5’e göre farklılık bulunmuştur. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, sulama suyu tuzluluğunun meyve kuru madde içeriğine önemli



derecede etki ettiği ve tuzluluğun artmasıyla kuru madde içeriğinin arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.24 Araştırmada elde edilen meyve kuru madde oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Meyve Kuru Madde Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	6.692	2	3.346	1.541	0.232*
Grup içi	60.808	28	2.172		
Toplam	67.500	30			

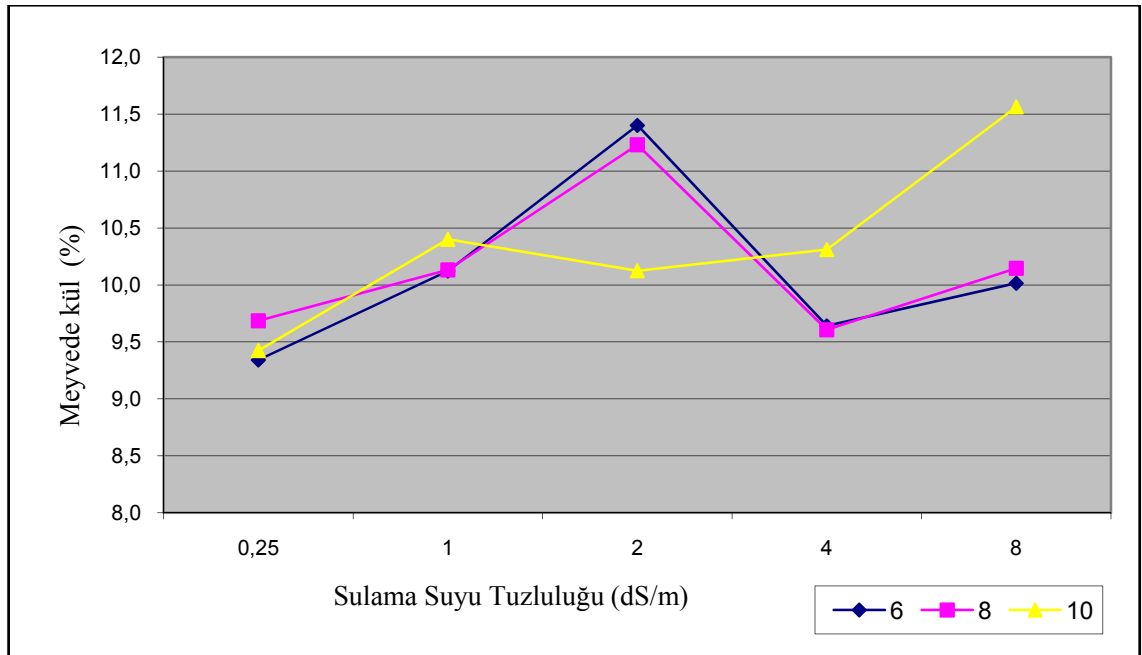
\* P (anamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen düzeyine göre meyvede kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

Oksijen düzeyine göre meyve kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çizelge 4.24'de de görüldüğü gibi anlamlılık değeri olan p değeri 0.05'den büyük çıkmıştır (0.232). ANOVA tablosu oksijen düzeyine göre meyvede kuru madde oranları arasında bir farklılığın olup olmadığını test etmektedir. Buradaki F değeri eğer ki, F'nin %95 anlamlılık düzeyindeki tablo değerinden büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilir. Fakat SPSS paket programı, p değerini (Sig.) de vermiştir ki, bu değer de 0.05'den büyük olduğundan  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Gruplar arasında bir farklılığın olmadığı söylenebilir.

Toplam mineral madde içeriğini belirtmesi nedeniyle bitkinin çeşitli organlarında toplam kül miktarı belirlenmiştir. (Kacar, 1972). Meyvede elde edilen toplam kül değerleri yaş meyvedeki toplam kül yüzdesi olarak belirlenmiş ve bu değerler Çizelge 4.25'de verilmiştir. Ayrıca değerlere ilişkin farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-toplam kül miktarı etkileşimi Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25 Meyvelerde toplam kül miktarı (%)

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	9.46			9.95	11.30
	2		10.15	10.96	10.90	8.73
	3	9.23	10.10	11.84	8.07	
Ortalama		9.34	10.12	11.40	9.64	10.01
O <sub>2</sub>	1		8.70	16.34	10.03	11.83
	2	9.69		8.81	9.80	
	3		11.57	8.53	8.99	8.47
Ortalama		9.69	10.13	11.23	9.61	10.15
O <sub>3</sub>	1	9.35	10.40		11.93	11.98
	2			9.02	10.30	
	3	9.50		11.23	8.70	11.14
Ortalama		9.42	10.40	10.12	10.31	11.56



Şekil 4.13 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-meyvelerde toplam kül miktarı ilişkisi

Araştırmada elde edilen meyvede toplam kül miktarı değerlerine ilişkin tuzluluk oranı ve oksijen düzeylerine göre varyans analizleri ayrı ayrı Çizelge 4.26 ve Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.26 Araştırmada elde edilen meyve kül oranının tuzluluk oranına göre varyans analizi

Meyvede Kül Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	8.860	4	2.215	0.835	0.515*
Grup içi	71.616	27	2.652		
Toplam	80.476	31			

\* P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Tuzluluk oranına göre meyvede kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

Çizelge 4.27 Araştırmada elde edilen meyve kül oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Meyvede Kül Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	0.469	2	0.234	0.085	0.919*
Grup içi	80.007	29	2.759		
Toplam	80.476	31			

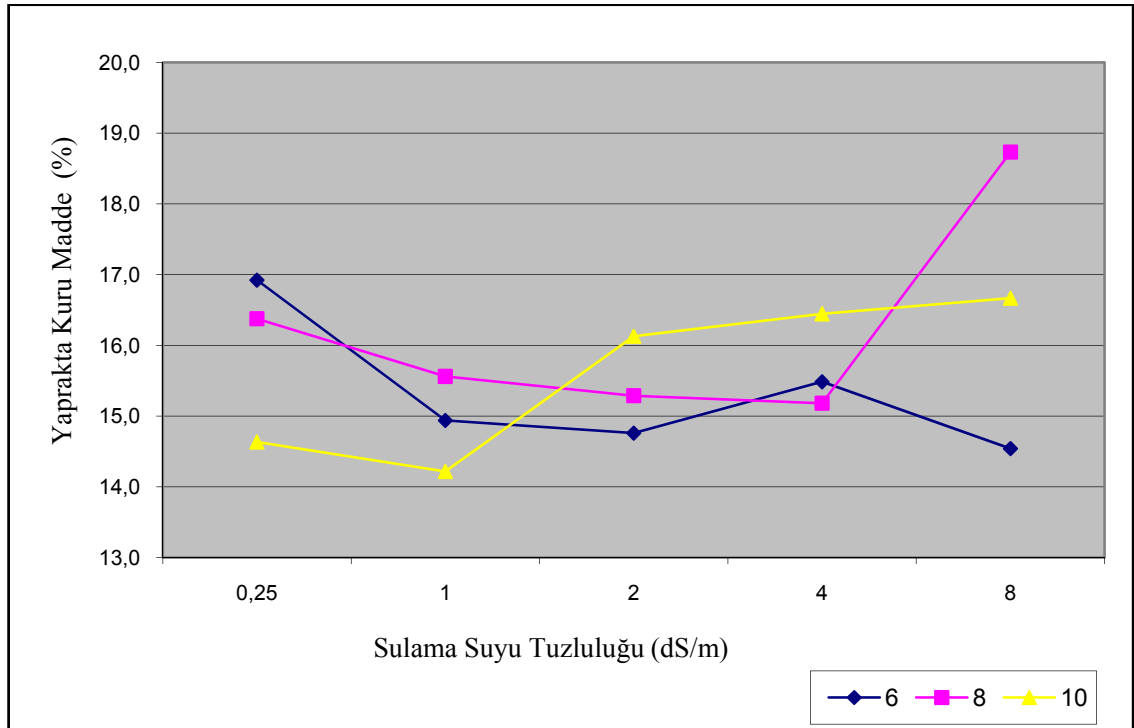
\* P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen düzeyine göre meyvede kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

#### 4.4.2 Yaprak kalite analizi bulguları

Yapraklardan alınan örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C sıcaklıkta etüvde kurutulup yaş ağırlıklarına oranlanarak, yaprakta kuru madde miktarı belirlenmiştir (Kacar, 1972). Elde edilen yaprak kuru madde değerleri Çizelge 4.28'de, farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde miktarı ilişkisi ise Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Araştırmada belirlenen yaprak kuru madde miktarı değerleri (%)

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	17.75	16.94	14.17	15.15	
	2	14.63		15.20	16.38	13.79
	3	18.39	12.94	14.91	14.92	15.29
Ortalama		16.92	14.94	14.76	15.48	14.54
O <sub>2</sub>	1	15.25	17.92	16.49	14.75	14.60
	2	16.67	15.12	14.38	17.95	25.46
	3	17.21	13.65	14.98	12.84	16.13
Ortalama		16.38	15.56	15.29	15.18	18.73
O <sub>3</sub>	1	15.25	15.57	17.76	16.67	
	2	13.16	12.43	17.52	16.35	
	3	15.49	14.65	13.11	16.32	16.67
Ortalama		14.63	14.22	16.13	16.45	16.67



Şekil 4.14 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde oranı ilişkisi

Belirlenen yaprak kuru madde değerlerinin hem tuzluluk oranı hem de oksijen düzeyi bakımından incelenen varyans analizleri sonucunda, sulama suyu tuzluluğu ile oksijen düzeyi interaksiyonu önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30).

Çizelge 4.29 Araştırmada elde edilen yaprak kuru madde oranının tuzluluk oranına göre varyans analizi

Yaprakta Kuru Madde Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	16.596	4	4.149	0.851	0.503*
Grup içi	175.553	36	4.876		
Toplam	192.149	40			

\*  $P > 0.05$  olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.30 Araştırmada elde edilen yaprak kuru madde oranının oksijen düzeyine göre varyans analizi

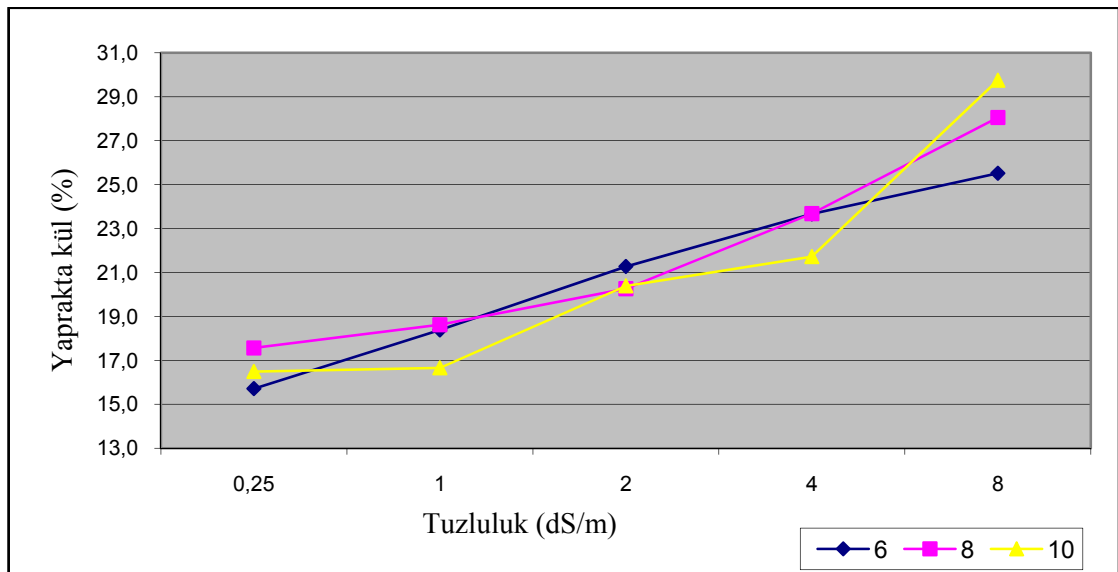
Yaprakta Kuru Madde Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	5.913	2	2.957	0.603	0.552*
Grup içi	186.236	38	4.901		
Toplam	192.149	40			

\* ANOVA testinde P (anlamlılık değeri)  $> 0.05$  (Oksijen oranlarına göre verimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

Yapraklarda toplam kül miktarı değerleri, yaş toprakta toplam kül yüzdesi olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 4.31’de, farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül miktarı ilişkisi ise Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Yapraklarda belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%)

Oksijen İçeriği (mg/l)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	16.979	16.159	22.364	22.304	25.460
	2	14.062	20.722	20.461	24.490	25.645
	3	16.098	18.272	20.990	24.196	25.438
Ortalama		15.713	18.384	21.271	23.663	25.515
O <sub>2</sub>	1	18.251	18.182	18.971	22.997	28.603
	2	19.485	16.729	19.469	21.958	30.546
	3	14.963	20.950	22.351	26.080	25.000
Ortalama		17.566	18.620	20.263	23.679	28.050
O <sub>3</sub>	1	15.915	15.128	20.573	20.661	
	2	14.954	18.293	20.073	21.920	
	3	18.606	16.556	20.530	22.581	29.748
Ortalama		16.492	16.659	20.392	21.721	29.748



Şekil 4.15 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.32’de verilen tuzluluk oranına göre yaprak toplam kül miktarının varyans analizinde, sulama suyu tuzluluğunun %5 önemlilikte etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Önemli bulunan bu faktöre ait Duncan testi Çizelge 4.33’de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.34’de oksijen düzeyine göre yaprak toplam kül miktarının varyans analizi gösterilmektedir.

Çizelge 4.32 Araştırmada elde edilen yaprak toplam kül miktarının tuzluluk oranına göre varyans analizi

Yaprakta Kül Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	579.264	4	144.816	25.368	0.000*
Grup içi	216.927	38	5.709		
Toplam	796.191	42			

\* P < 0.05 olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.33 Araştırmada elde edilen yaprak toplam kül oranının tuzluluk oranına göre Duncan testi

Tuzluluk Konuları	N	0.05 Önemlilik Düzeyinde Duncan Grupları			
		D	C	B	A
T <sub>1</sub>	9	16.59033			
T <sub>2</sub>	9	17.88789	17.88789		
T <sub>3</sub>	9		19.53133		
T <sub>4</sub>	9			23.02078	
T <sub>5</sub>	7				27.20571
P		0.270	0.164	1.000	1.000

Gruplar arasında farklılık olduğu için Duncan alt grup testinde 4 alt grup oluşmuştur.

T<sub>1</sub> ile T<sub>2</sub> konuları ile T<sub>2</sub> ile T<sub>3</sub> konuları arasında farklılık bulunmamaktadır. Bu nedenle belirtilen bu konular aynı grupta bulunmaktadır. Çizelge 4.33’de verilen yaprak toplam

kül miktarının tuzluluk oranına göre Duncan testinde, T<sub>5</sub> konusu en yüksek (%27.20), T<sub>1</sub> konusu en düşük (%16.59) değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.34 Araştırmada elde edilen yaprak toplam kül miktarının oksijen düzeyine göre varyans analizi

Yaprakta Kül Oranı (%)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	29.469	2	14.734	0.769	0.470*
Grup içi	766.722	40	19.168		
Toplam	796.191	42			

\* ANOVA testinde P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen düzeylerine göre verimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır).

#### 4.5 Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları

Bu bölümde, oksijen düzeyi ve sulama suyu tuzluluğunun toprakta yaptığı etkiler incelenmiştir. Bu amaçla, toprakların saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği ve sulama suyu ile toprağa verilen tuzların hasat döneminde toprakta bulunan miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

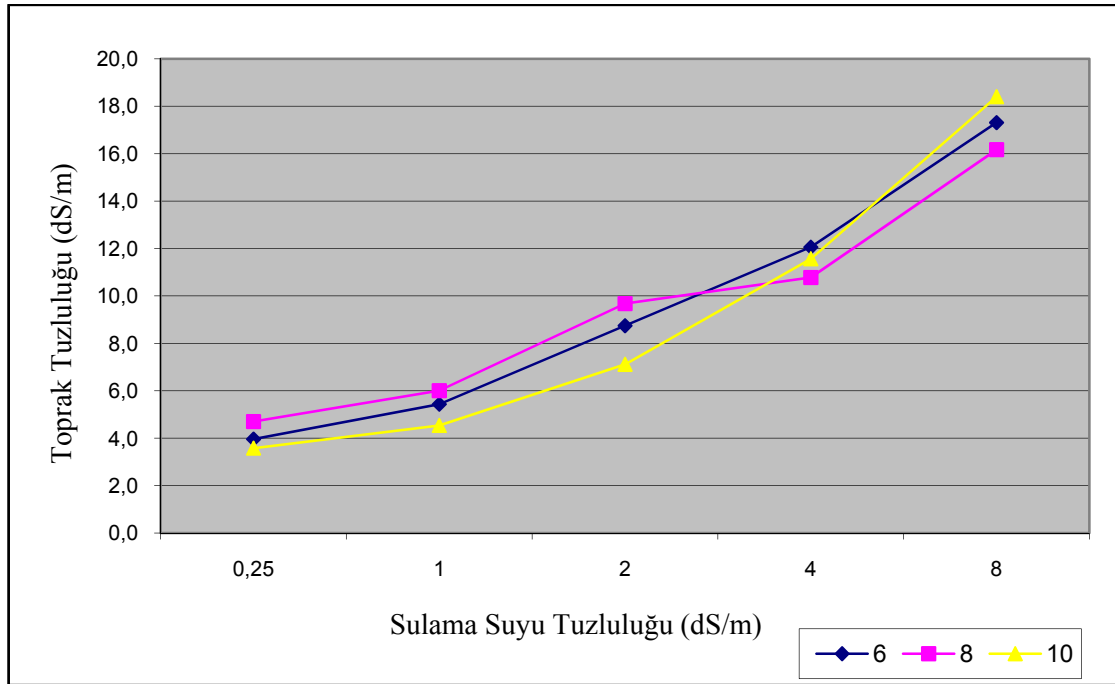
Araştırmada elde edilen toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri Çizelge 4.35’de, farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi ise Şekil 4.16’da verilmiştir.



Çizelge 4.35 Araştırmada belirlenen toprak tuzluluğu değerleri (dS/m)

Oksijen İçeriği (mg/lt)		Sulama Suyu Tuzluluğu (dS/m)				
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
O <sub>1</sub>	1	4.63	3.89	4.97	13.37	19.20
	2	2.98	5.89	13.48	8.66	18.15
	3	4.27	6.52	7.78	14.14	14.58
Ortalama		3.96	5.43	8.74	12.06	17.31
O <sub>2</sub>	1	4.81	5.86	11.43	9.75	15.53
	2	4.43	6.85	8.18	9.86	13.96
	3	4.87	5.31	9.42	12.72	19.01
Ortalama		4.70	6.01	9.68	10.78	16.17
O <sub>3</sub>	1	3.86	4.39	6.37	11.05	x
	2	1.92	4.73	7.79	11.35	x
	3	4.96	4.49	7.18	12.30	18.40
Ortalama		3.58	4.54	7.11	11.57	18.40

Tabloda görülen T<sub>5</sub> konusuna ait eksik verilerin olduğu lizimetlerdeki bitkiler yetiştirme mevsimi ortalarında aşırı tuzluluk nedeniyle kurduğu için o dönemden itibaren bu konulara su verilmemiştir. Dolayısıyla ortaya çıkacak tuzluluk gerçeği yansıtmayacağı için bu konulara ait tuzluluk analizi yapılmamıştır.



Şekil 4.16 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi

Elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre yapılan varyans analizinde, sulama suyu tuzluluğunun toprak tuzluluğuna %5 önemlilikte etki ettiği belirlenmiştir (izelge 4.36). nemli bulunan bu faktörün Duncan gruplandırması ise izelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.36 Araştırmada belirlenen toprak tuzluluğu değerlerinin sulama suyu tuzluluğuna göre varyans analizi

EC (dS/m)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	841.148	4	210.287	63.019	0.000*
Grup içi	126.801	38	3.337		
Toplam	967.949	42			

\*  $P < 0.05$  olduğu için ANOVA testine göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Post Hoc testi ile hangi gruplar arasında fark olduğu araştırılmıştır.

Çizelge 4.37 Araştırmada elde edilen toprak tuzluluğu değerlerinin sulama suyu tuzluluğuna göre Duncan testi

Tuzluluk Konuları	N	0.05 nemlilik Düzeyinde Duncan Grupları			
		D	C	B	A
T <sub>1</sub>	9	4.0811			
T <sub>2</sub>	9	5.3256			
T <sub>3</sub>	9		8.5111		
T <sub>4</sub>	9			11.4667	
T <sub>5</sub>	7				16.9757
P		0.168	1.000	1.000	1.000

Duncan alt grup tablosu (gruplar arasındaki farklılıklar nedeniyle 4 alt grup oluştuğu görülmektedir). Buna göre, T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> konuları aynı grupta iken diğer tüm konular birbirinden farklıdır. A grubunda bulunan T<sub>5</sub> konusunda en yüksek değer (16.97 dS/m), T<sub>1</sub> konusunda ise en düşük değer (4.08 dS/m) elde edilmiştir.

Elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre yapılan varyans analizinde, sulama suyu tuzluluğunun oksijen düzeyine etki etmediği belirlenmiştir (izelge 4.38).

Çizelge 4.38 Araştırmada elde edilen oksijen düzeyi değerlerinin sulama suyu tuzluluğuna göre varyans analizi

EC (dS/m)	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	32.205	2	16.103	0.688	0.508*
Grup içi	935.744	40	23.394		
Toplam	967.949	42			

\* Varyans eşitliği sağlandığı için Duncan testi uygulanmıştır. P (anlamlılık değeri) > 0.05 (Oksijen düzeyine göre sulama suyu tuzluluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır). Oksijen düzeyi arttıka EC azalmakla birlikte, gruplar arasında farklılık olmadığı için Duncan testine göre tüm gruplar 1 (bir) alt grup oluşturmuştur.

Araştırmada hasat döneminde topraklardan alınan örnekler üzerinde, sulama suyu ile toprağa verilen Ca+Mg, Na ve Cl iyonlarının miktarları belirlenerek bunlara ait SAR değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler izelge 4.39'da verilmiştir.

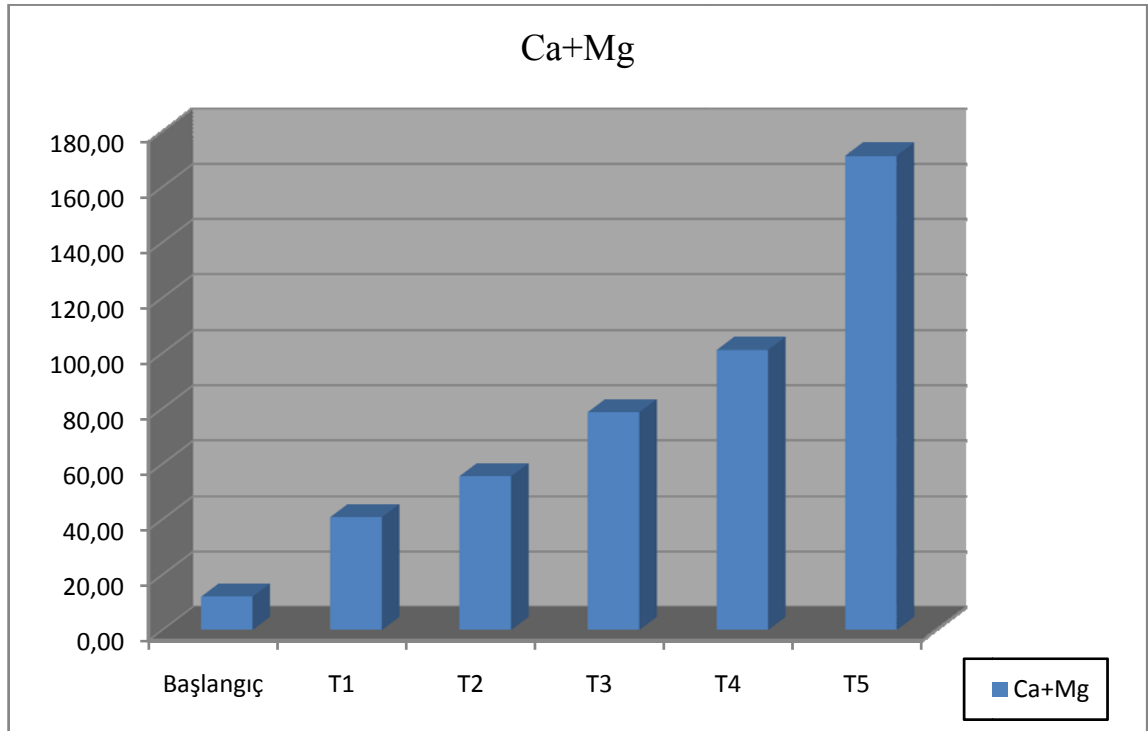
Çizelge 4.39 Topraklarda Ca+Mg, Na, Cl ve SAR içerikleri (me/lt)

Konu	Ca+Mg	Na	Cl	SAR
Başlangıç	12.00	2.69	1.00	1.10
T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 1	62.50	13.67	4.50	2.45
T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 2	22.00	8.88	3.50	2.68
T <sub>1</sub> O <sub>1</sub> 3	25.50	12.63	5.00	3.54
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 1	53.00	12.39	5.50	2.41
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 2	58.50	12.67	5.00	2.34
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub> 3	52.00	13.16	6.00	2.58
T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 1	32.00	17.93	3.00	4.48
T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 2	16.50	7.28	2.00	2.53
T <sub>1</sub> O <sub>3</sub> 3	44.50	21.70	4.50	4.60
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 1	38.50	9.96	5.50	2.27
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 2	61.50	15.61	7.50	2.82
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub> 3	63.50	15.22	11.00	2.70
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1	62.00	17.15	9.00	3.08
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 2	54.50	19.85	11.00	3.80
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3	53.00	16.85	8.50	3.27
T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1	50.50	16.17	6.00	3.22
T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2	55.00	17.02	7.00	3.25
T <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3	61.00	14.67	7.00	2.66
T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 1	57.00	12.17	8.00	2.28
T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 2	114.00	28.96	25.00	3.84
T <sub>3</sub> O <sub>1</sub> 3	79.50	16.56	14.00	2.63
T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 1	120.00	29.57	18.00	3.82
T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 2	89.00	24.85	13.00	3.73
T <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 3	53.50	26.32	15.00	5.09
T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 1	63.50	19.21	8.00	3.41
T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 2	67.50	26.24	12.50	4.52
T <sub>3</sub> O <sub>3</sub> 3	63.50	25.66	11.00	4.55
T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 1	107.50	35.06	25.50	4.78
T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 2	65.50	22.82	16.50	3.99
T <sub>4</sub> O <sub>1</sub> 3	133.50	38.25	28.50	4.68
T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 1	99.50	28.20	18.00	4.00
T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 2	90.50	27.18	20.00	4.04
T <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 3	105.50	33.47	24.50	4.61
T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 1	119.00	30.07	21.00	3.90
T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 2	106.00	36.21	21.50	4.97
T <sub>4</sub> O <sub>3</sub> 3	83.00	38.04	25.00	5.90
T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 1	143.00	59.66	39.00	7.06
T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 2	160.50	60.90	38.50	6.80
T <sub>5</sub> O <sub>1</sub> 3	139.00	49.03	30.50	5.88
T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 1	180.50	61.05	33.50	6.43
T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 2	167.50	49.54	27.00	5.41
T <sub>5</sub> O <sub>2</sub> 3	199.50	73.23	39.00	7.33
T <sub>5</sub> O <sub>3</sub> 3	208.50	69.63	38.50	6.82

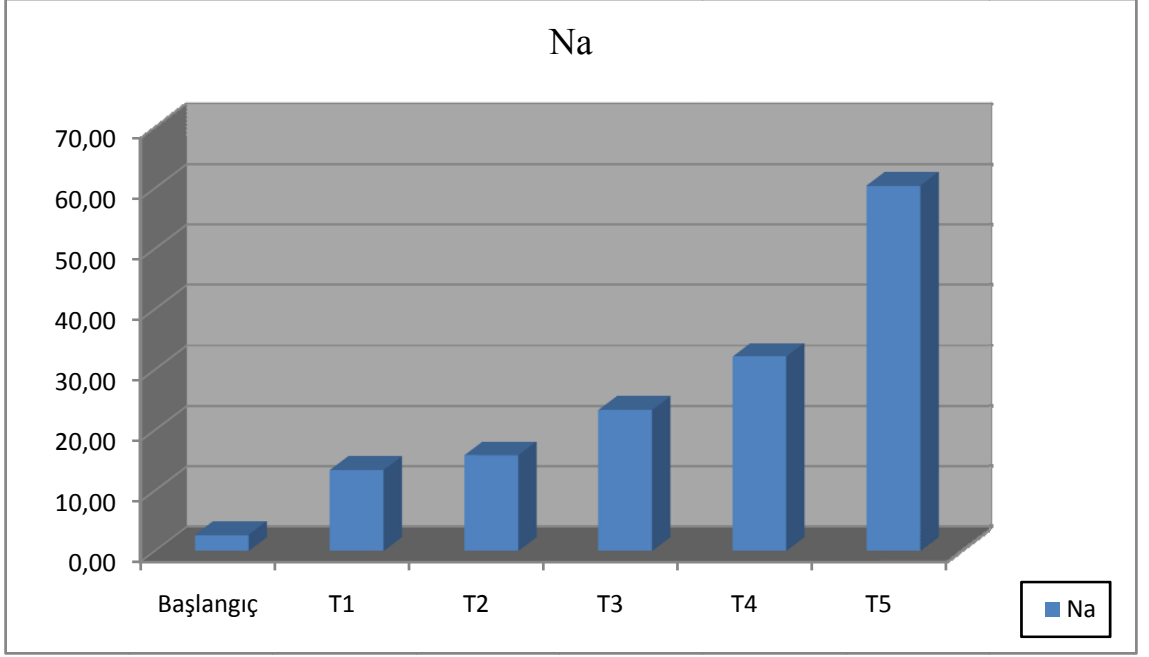
Ca+Mg içeriği açısından değerler incelendiğinde; sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak Ca+Mg içeriğinin arttığı, oksijen düzeyinin de bu artışı desteklediği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Değişik kalitedeki sulama sularının hazırlanmasında kalsiyum ve klor iyonları, sodyum iyonuna göre çok daha fazla kullanıldığından, topraktaki tuzlulaşmaya asıl neden bu iyonlar olmuştur. Bu nedenle toprak tuzluluğu ile toprakların Ca+Mg içeriğine ait sonuçlar arasında önemli benzerlikler görülmektedir.

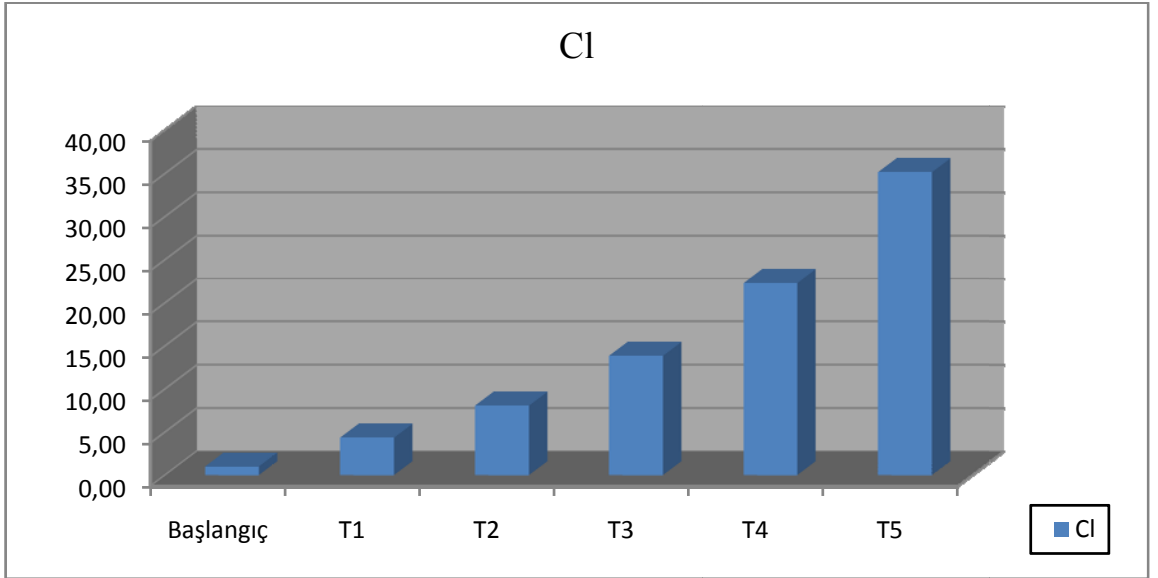
T<sub>1</sub> konusundaki suyun sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) küçük bir değerde olduğu için diğer konulardaki sularda da bu değer küçük tutulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, hazırlanan sulama sularında çok az miktarda sodyum kullanılmıştır. Sodyumun sulama sularına az miktarda katılması, toprakta sodyum birikiminin az olmasına ve konular arasında da oldukça küçük farklılıkların oluşmasına neden olmuştur.



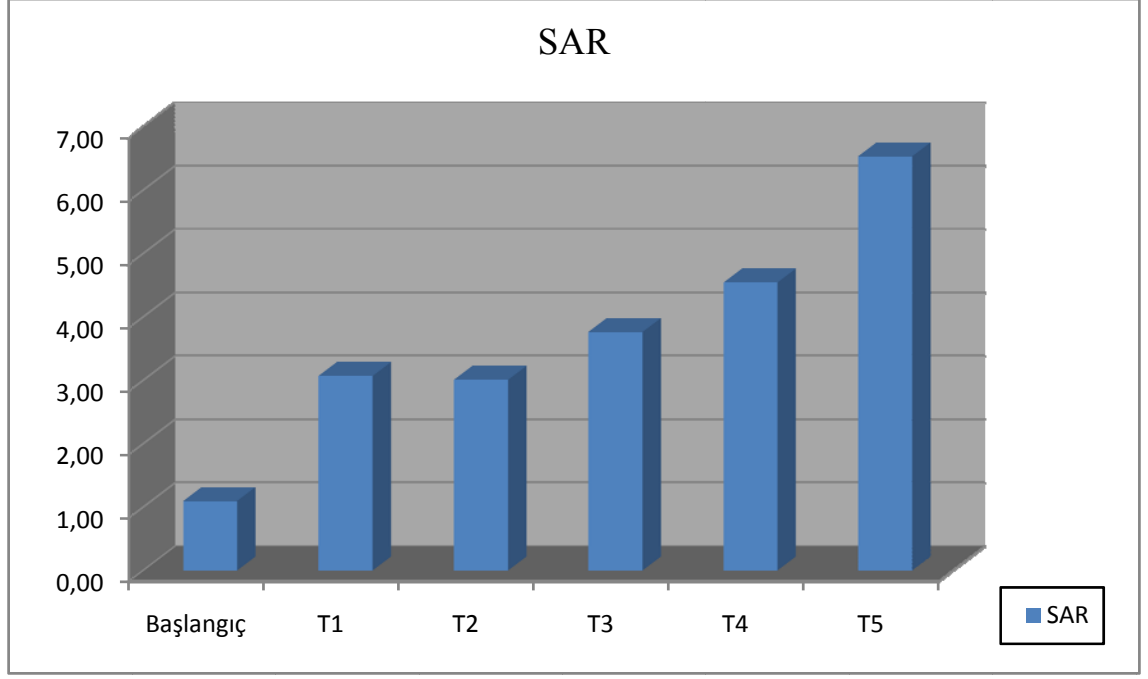
şekil 4.17 Sulama suyu tuzluluğuna göre toprakta Ca+Mg iyonlarının değerimi



Şekil 4.18 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-Na iyonları içeriği ilişkisi



Şekil 4.19 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-Cl iyonları içeriği ilişkisi



Şekil 4.20 Farklı oksijen düzeylerinde sulama suyu tuzluluğu-SAR iyonları içeriği ilişkisi

Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 incelendiğinde genel olarak sulama suyu tuzluluğundaki artışa paralel olarak toprağın Ca+Mg, Na, Cl ve SAR içeriklerinin arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada kullanılan sulama sularının tuzlulaştırılmasında  $\text{CaCl}_2$  ve  $\text{NaCl}$  kullanıldığı için toprağa sulama suyu ile aşırı miktarda Cl iyonu verilmiştir. Toprakta Cl iyonunun birikimini incelemek için alınan toprak örneklerinin sonucunda, sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak Cl içeriğinin arttığı görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde; yapay olarak oluşturulmuş farklı oksijen içerikleri ile farklı seviyelerdeki sulama suyu tuzluluğunun, lizimetrelerde yetiştirilen sivri biber verimi ile toprak tuzluluğuna olan etkisini araştırmak üzere bir yıl süreyle yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve sonuçların genel tartışması yapılarak bazı öneriler getirilmiştir.

### 5.1 Biber Verimine İlişkin Sonuçlar

Araştırmaya ait biber verimine ilişkin sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

- a. Oksijen içeriği açısından en yüksek verim, oksijen içeriğinin en düşük olduğu (6 mg/lit) O<sub>1</sub> konusunda elde edilmiştir. Diğer konulardan elde edilen sonuçlar da verim ile oksijen içeriği arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymaktadır. Oksijen içeriği açısından ortalama verim değerleri; O<sub>1</sub> = 86.39 g/liz, O<sub>2</sub> = 73.95 g/liz ve O<sub>3</sub> = 84.41 g/liz olarak bulunmuştur.
- b. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek verim, A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre birinci sınıf sulama suyu olan Ankara şehir şebekesi suyunun kullanıldığı T<sub>1</sub> konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması, verimde önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama verim değerleri büyükten küçüğe doğru T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> ve T<sub>5</sub> konularında sırasıyla 143.0, 86.8, 75.8, 68.1 ve 34.2 g/liz olarak bulunmuştur.

### 5.2 Bitki Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

- a. Oksijen içeriğinin artması, kök derinliklerinde istatistiksel olarak önemli olmayan az da olsa olumlu bir etki yapmıştır. Biber köklerinin daha derinlere ilerlemesine imkan sağlamış ve kök derinliği, oksijen içeriğinin artışına paralel olarak artmıştır. Fakat oksijen içeriğinin artmasıyla bitki boyunun azaldığı görülmektedir. Araştırmada, oksijen içeriğine göre kök derinliği yönünden konular büyükten küçüğe doğru O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> ve O<sub>1</sub> şeklinde sıralanmıştır. Bu konulara karşılık gelen kök derinlikleri sırasıyla



17.2, 17.1 ve 16.8 cm, bitki boyu yönünden ise konular küçükten büyüğe doğru O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> ve O<sub>1</sub> şeklinde sıralanmış, bu konulara karşılık gelen bitki boyları sırasıyla 66.2, 72.1 ve 75.3 cm olarak elde edilmiştir.

- b. Araştırmada sulama suyu tuzluluğunun meyve boyunu ve meyve çapını etkilediği görülmüştür. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça, meyvelerin boylarında azalmalar olmuştur. Meyve boyu değerleri büyükten küçüğe doğru T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> ve T<sub>5</sub> konularında sırasıyla 10.9, 10.4, 10.3, 9.3 ve 7.9 cm olarak bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğu bitki kök derinliğine de etkide bulunmasına rağmen bu etki homojen değildir ve meyve boyunda belirlenen etki kadar belirgin değildir. Sulama suyu tuzluluğu yaş meyvelerde kuru madde miktarını etkilemiştir. Tuzluluğun artması toprakta ozmotik potansiyeli artırmış ve bitkinin su alımı azalmıştır. Su alımı azalan bitkinin organlarındaki su oranı da düşmüş, dolayısıyla kuru madde miktarı artmıştır. Meyvedeki kuru madde miktarı ortalama olarak büyükten küçüğe doğru T<sub>5</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> ve T<sub>1</sub> konularında sırasıyla, %38.9, %33.9, %33.9, %32.6 ve %28.4 olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluğunun artması toprakta bazı mineral maddelerin konsantrasyonunun artmasına da neden olmuştur. Bitki, kökleriyle toprak suyunu alırken bu mineral maddeler de bitki bünyesine girmekte ve özellikle transpirasyonun en fazla olduğu yapraklarda birikmektedir. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla yapraklarda ve meyvede biriken mineral madde miktarları artmıştır. Araştırmada mineral madde içeriğinin göstergesi olarak toplam kül değerleri dikkate alınmıştır. Yapraklarda toplam kül değerleri, büyükten küçüğe doğru T<sub>5</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> ve T<sub>1</sub> konularında sırasıyla, %83.3, %69.1, %61.9, %53.7 ve %49.8 olarak bulunmuştur. Meyvelerde toplam kül değerleri ise, büyükten küçüğe doğru T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> ve T<sub>1</sub> konularında sırasıyla, %32.8, %31.7, %30.7, %29.6 ve %28.4 olarak bulunmuştur.

### **5.3 Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar**

Oksijen içeriği ve sulama suyu tuzluluğunun, toprak tuzluluğuna yaptığı etkilere ait sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- a. Yapılan analizlerde, toprak tuzluluğunun oksijen içeriğine göre değişimi

incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, oksijen içeriği arttıkça toprak tuzluluğunun küçük bir düşüş göze çarpmaktadır. Yapılan varyans analizinden de görülmektedir ki, oksijen oranı arttıkça toprak tuzluluğu azalmakla birlikte bu konular arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

b. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu karşılıklı incelendiğinde; toprak tuzluluğunun uygulanan sulama suyu tuzluluğuna paralel olarak arttığı görülmektedir. Farklı kalitelerde sulama suları hazırlanırken,  $\text{CaCl}_2$  ve  $\text{NaCl}$  kullanılmıştır. Kullanılan bu tuzların sulama suyu ile toprağa verilmesi toprakta Ca, Na ve Cl miktarlarında değişmelere neden olmuştur. Toprağın Ca, Na ve Cl içeriklerine ilişkin konulara göre elde edilen bulgular, toprakta bu üç iyonun içeriklerinin de sulama suyu tuzluluğu ile arttığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

#### 5.4 Öneriler

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

Yapılan çalışmalarda elde edilecek verim birinci derecede çiftçiyi ilgilendirmesine karşılık, dolaylı olarak bölgede yapılacak sulama ve drenaj yatırımları finansmanlarını da yatırımın karlılığı açısından ilgilendirmektedir.

Ülkemizde sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkisine dayalı birçok çalışma bulunmasına rağmen, oksijen içeriği-verim ilişkisine dayalı çalışmalar çok yetersizdir. Bu çalışma sonunda, bazı literatürlerde söylendiği gibi (Gürol 2005), oksijen içeriğinin verimi olumlu yönde etkilediği sonucuna varılamamıştır.

Soğan bitkisinde, (Kaltu 2004) tarafından yapılan bir çalışmada sulama suyu içerisine kompresörle basılan havanın, verimi olumlu etkilediği görülmüştür. Ancak oksijen tableti ile suyun oksijenini artırma yöntemi aynı etkiyi göstermemiştir. Bu durumda

havanın sadece oksijen içermeyip yüksek dozda azot da (%78) içermesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Hava içindeki azot, belki de su içinden geçirilerek bitkilere gübre etkisi yaratmış olabilir. Suya verilen oksijen ile verimde ve bitki kalite parametrelerinde dikkate değer artışlar elde edilememiştir. Ayrıca çalışmada belirlediğimiz sonuçlara benzer olarak; Bhattarai and Midmore (2004), havalanmış suda toprak tuzluluk düzeyine bakılmaksızın yüksek pamuk verimi ve kuru madde elde edilmesine rağmen, tuzluluk ve havalanma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koyması, bitki kalite parametrelerinde dikkate değer bir artış olmadığı sonucunu desteklemektedir.

Dikimden itibaren en azından çiçeklenme periyodu sonuna kadar, bitkilerin kök boğazı toprakla doldurulmalı ve kök çürüklüğünün engellenmesi amacıyla kök boğazı ve gövde, sulama suyu ile temas ettirilmemelidir. Özellikle serada yapılan yetiştiriciliklerde tarımsal mücadeleye önem verilmeli ve sık sık bitkiler zararlılara karşı kontrol edilmelidir. Sulama suyu tuzluluğunun yüksek olması, biber veriminde azalma, meyvede küçülme, meyvede kartlık, meyve renginde koyulaşma ve kızarma, meyve kabuğunda kalınlaşma gibi istenmeyen durumları ortaya çıkardığından, yetiştiricilikte mümkün olduğunca iyi kalitede su kullanılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kaynakları (kanal suyu, yer altı suyu v.b.) söz konusu olduğunda, bu suların ekonomikliği değerlendirilirken su ücreti yanında, bitki verimine olan etkileri de düşünülerek ekonomik analiz yapılmalı ve mümkün olduğunca iyi kaliteli su kullanımı için çalışılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kullanımları 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 yapılmalıdır. Tuzlu su kullanımının zorunlu olduğu birçok alan olduğu için, tuzlu suyun oluşturduğu verim düşüşünü ortadan kaldırmaya yönelik arayışlar sürdürülmeli ve bu konuya ilişkin alternatifler ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. 2009. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Bitkisel Üretim, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonymous. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. of Agriculture No: 60, USA.
- Anonymous. 1972. Iran Water Management and Soil Reclamation, Rome.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrig. and Drain Paper, , No: 29, pp. 1-174, Rome.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders kitabı: 344, 1-282 s., Ankara.
- Bhattarai, P.S. and Midmore, J.D. 2004. Oxygenation Of Rhizosphere With Subsurface Aerated Irrigation Water Improves Lint Yield And Performance Of Cotton On Saline Heavy Clay Soil, New Directions For A Diverse Planet: Proceedings Of The 4th International Crop Science Congress.
- Ben-Asher, J., Tsuyuki, I., Bravdo, B-A. and Sagih, M. 2006. Irrigation of Grapevines with Saline Water: 1. Leaf Area Index, Stomatal Conductance, Transpiration and Photosynthesis.
- Campbell, W.F., Wagenet, R. J. and Rodriguez, R. R. 1986. Salinity, Water Management and Fertility Interactions on Yield and Nitrogen Fixation in Snap-Beans. Irrig. Sci., pp. 7(3): 195-203.
- Chartzoulakis, K. 2005. Salinity and Olive: Growth, Salt Tolerance, Photosynthesis and Yield.
- Cucci, G., Rubino, P. and Caliandro, A. 2000. Effects of Irrigation Water with Different Salt Concentrations and SAR Values on Soil Salinisation and Sodification, Bari, Italy.
- Çelik, S. 1991. Tokat ve Amasya Yörelerinde Biber Tarımı, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 113/Ç-18, Tokat.
- Çizikçi, S. 1997. Sulama Suyu Kalitesinin Ispanak Bitkisinin Çimlenme ve Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, s. 1-381, Ankara.

- Erözel, A. Z. 1993. Sulama Suyu Kalitesinin Kuru Fasulye Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1333, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No: 738, 1-49 s., Ankara.
- Frenkel, H. 1984. Reassessment of Water Quality Criteria for Irrigation. Soil Salinity Under Irrigation, Springer Verlag, pp: 143-172, Germany.
- Güngör, Y. ve Erözel, A.Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1341, Ders Kitabı No:389, Ankara.
- Gürol, M. D. 2005. Facts and Myths about Irrigation Water, USA.
- Hoffman, G. J., Catlin, P. B., Mead, R. M., Johnson, R. S., Francois, L. E. and Goldhamer, D. 1989. Yield and Foliar Injury Responses of Mature Plum Trees to Salinity, Irrig. Sci., pp. 10 (3): 215-229.
- Howel, T.A., Hatfield, J.L., Rhoades, J.D. and Meron, M. 1984. Response of cotton water stress indicators to soil salinity. Irr. Sci. pp. 5(1): 25-36.
- Jamil, M., Lee, C.C. and Rehman, S.U. 2005. Salinity (NaCl) Tolerance of Brassica Species at Germination and early Seedling Growth.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu:155, s.1-646, Ankara.
- Kaltu, A. 2004. Gübreleme ve Havalandırılmış Sulama Suyunun Soğan Bitkisinin Tuz Toleransına Etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Dönem Projesi, Ankara.
- Kaya, M.D., İpek, A. ve Öztürk, A. 2003. "Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus Tinctorius*)" Tübitak Turk j. Agriculture and Forestry, pp. 221-227.
- Keck, T.J., Wagenet, R.J., Campbell, W.F. and Knighton, R.E. 1984. Effect of water and salt stress on growth and acetylene reduction in alfalfa. Soil. Sci. Soc. Am. J., pp. 48(6): 1310-1316.
- Lal, R.K. 1985. Effect of Salinity Applied At Different Stages of Growth on Seed Yield and Its Constituents In Field Peas ( *Pisum sativum* L. var.arvensis), Indian J. Agron, pp: 30: 296-299.
- Maas, E. V., Donovan, T. J. and Francois, L. E. 1988. Salt Tolerance of Irrigated Guayule. Irrig. Sci., 9(3) : pp. 199-211.
- Meiri, A. And Plaut, Z. 1985. Crop Production and Management Under Saline Conditions, Plant and Soil, pp. 89: 253-271.

- Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R. and May, D.M.1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *J. Amer. Soc. Sci.*, pp. 116(2): 215-221.
- Miyamoto, S., Piela, K. and Petticrew, J. 1985. Salt Effects On Germination And Seedling Emergence Of Several Vegetable Crops And Guayule. *Irrig. Sci.*, pp. 7(2): 97-106.
- Miyamoto, S., Riley, T., Gobran, G. and Petticrew, J. 1986. Effects of saline water irrigation on soil salinity, pecan tree growth and nut production. *Irrig. Sci.*, pp. 7(2): 83-95.
- Öztürk, A. 1994. Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Öztürk, A. 1997a. Sulama Suyu Kalitesinin Nane Bitkisi Verimine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 2, s. 365.
- Öztürk, A. 1997b. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Tabansuyu Derinliğinin Havuç Bitkisinin Bazı Özelliklerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt: 3, Sayı:1, Ankara.
- Öztürk, A. 2002. “Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum Melongena*) Bitkisinin Bazı Özelliklerine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi” Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Konya, pp. 16(30): 14-20.
- 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.
- Pasternak, D., De Malch, Y. and Borovic, I. 1986. Irrigation With Brackish Water Under Desert Conditions vii. Effect of Time of Application of Brackish Water on Production of Processing Tomatoes. *Agricultural Water Management*, pp. 12 (1-2): 149-158.
- Patel, R.M. and Landry A. 2000. Estimation of Crop Biophysical Parameters Through Airborne and Field Hyperspectral Remote Sensing.
- Reina, S. 2005. Effects of Salinity and Irrigation Management on Growth and Yield of Tomato Grown Under Greenhouse.
- Rhoades, J. D., Kandiah, A. and Mashali, A. M. 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. *FAO Irrig. and Drain, Rome, Paper No: 48*, pp. 1-133.

- Sepaskhah, A.R., Bazrafshan-Jahromi, A.R. 2006. Development and Evaluation of a Model for Yield Production of Wheat, Maize and Sugarbeet under Water and Salt Stresses.
- Shalhevet, J. and Hsiao, C. 1986. Salinity and Drought. *Irrig. Sci.*, pp. 7(4): 249-264.
- Sharma, D.P., Singh, K.N. and Kumbhare P.S. 2005. Response of sunflower to conjunctive use of saline drainage water and non-saline canal water irrigation, *Archives of Agronomy and Soil Science*, pp.1476-3567, Volume 51, Issue 1, Karnal, India.
- Subba, R.N., Subbaiah, G.V. and Ramaiah, B. 1987. Effect of Saline Water Irrigation on Tomato Yield and Soil Properties. *Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research*, pp. 5(2): 407-409.
- Supanjani, K.D.Lee, 2006. Hot pepper response to interactive effects of salinity and boron.
- Warrick, A.W. 1989. Generalized Results From Crop Yield Model with Saline Waters. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, pp. 53:1641-1645.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. ve Ayan, B. 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 2, Ankara.
- 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., Parlak, M., Demir, K. Öztürk, A. ve Kütük, C. 1999. Turp Bitkisinde Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları : Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*. Cilt: 5, Sayı: 3, Ankara.
- Yurtseven, E. 2001. Sulamada Tuzluluk Yönetimi Ders Notları, s. 1-26, Ankara.
- Yurtseven, E. 1995. Sulanan Alanlarda Tuzlulaşma ve Tuzluluk Yönetimi. V. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, (Sulama), 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, Kültürteknik Derneği, s. 483-502, Ankara.
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D. and Ünlükara, A. 2004. The Effect of Different Type of Salts and Salinity Levels on Vegetative Growth, Water Consumption and Mineral Matter Contents of Eggplant (*Solanum melongena*, L.). *International Soil Congress (ISC) on "Natural Resources Management for Sustainable*

Development”, Proc. of the Int. Soil Congress, pp. 11-17 (B1-B10), Erzurum, Turkey.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alper TEZCAN

Doğum Yeri : Burdur

Doğum Tarihi : 17.05.1977

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : İzmir Şirinyer Lisesi (1994)

Önlisans : Atatürk Üniversitesi (1997)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (Hazırlık dahil 2005)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Şubat 2007-Ağustos 2009)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Bayındır Tıp Merkezi-Ankara 1997-2002

Sağlık Bakanlığı-Ankara 2002-....