



EGE ÜNİVERSİTESİ

DOKTORA TEZİ

**TOPRAKSIZ TARIMDA FARKLI TUZLULUK
VE YIKAMA ORANLARI UYGULANARAK
YETİŞTİRİLEN BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
SU TÜKETİMİ, VERİM VE BAZI MEYVE KALİTE
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

Hatice GÜRGÜLÜ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet Ali UL

İkinci Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kamil MERİÇ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.04.01

Sunuş Tarihi : 22.04.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TOPRAKSIZ TARIMDA FARKLI TUZLULUK VE
YIKAMA ORANLARI UYGULANARAK
YETİŞTİRİLEN BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
SU TÜKETİMİ, VERİM VE BAZI MEYVE KALİTE
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

Hatice GÜRGÜLÜ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet Ali UL

İkinci Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kamil MERİÇ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.04.01

Sunuş Tarihi : 22.04.2015

Bornova-İZMİR

2015

Hatice GÜRGÜLÜ tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak sunulan “**Topraksız Tarımda Farklı Tuzluluk ve Yıkama Oranları Uygulanarak Yetiştirilen Biberde (*Capsicum annuum* L.) Su Tüketimi, Verim ve Bazı Meyve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma E. Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 22.04.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Mehmet Ali UL



Raportör Üye : Doç. Dr. Yasemin S. KUKUL KURTTAŞ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Selin AKÇAY



Üye : Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN



Üye : Doç. Dr. Fatih ŞEN



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E. Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum **“Topraksız Tarımda Farklı Tuzluluk ve Yıkama Oranları Uygulanarak Yetiştirilen Biberde (*Capsicum annuum* L.) Su Tüketimi, Verim ve Bazı Meyve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi”** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22/04/2015

Hatice GÜRGÜLÜ

ÖZET

**TOPRAKSIZ TARIMDA FARKLI TUZLULUK VE YIKAMA
ORANLARI UYGULANARAK YETİŞTİRİLEN BİBERDE
(*Capsicum annuum* L.) SU TÜKETİMİ, VERİM VE BAZI MEYVE
KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

GÜRGÜLÜ, Hatice

Doktora Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Ali UL

İkinci Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kamil MERİÇ

Nisan 2015, 197 sayfa

Araştırma, topraksız koşullarda yetiştirilen biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranlarının, bitki gelişimi, verimi, kalite ve su tüketimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, 2010 - 2012 yılları arasında, dört üretim dönemini kapsayacak şekilde tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak (3 tekrarlı) deneme alanı düzenlenmiştir. Açık besleme sistemi şeklinde, perlit ve Hindistan cevizi kabuğu ortamında yürütülen çalışmada bitki besin maddesi ilavesiyle hazırlanan besin çözeltisinin ölçülen tuzluluk konsantrasyonu kontrol uygulaması (T₁) olarak alınmış ve tuz düzeyi konularından birini oluşturmuştur. Kontrol konusunda elde edilen tuzluluk düzeyinin sırasıyla her uygulama konusu için 2 (T₂), 4 (T₃) ve 6 dS/m (T₄) arttırılmasıyla 3 farklı tuz düzeyi daha oluşturulmuştur. Denemeye alınan 4 farklı tuzluluk düzeyi kontrol konusu dışındaki konularda tuzluluk düzeyleri stok NaCl çözeltisi kullanılarak sağlanmıştır.

Araştırma konularından birini oluşturan yıkama oranları haftalık gözlemlere dayandırılarak % 15 - 20 (YO₁) ve % 35 - 40 (YO₂) düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre üretim dönemlerine ilişkin olarak, denenen iki yıkama uygulamasının istatistiksel anlamda genel olarak verimi etkilemediği buna karşın konulara uygulanan besin çözeltisinin elektriksel iletkenlik (EC) düzeyi arttıkça verimin azaldığı saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Biber (*Capsicum annuum* L.), tuzluluk, yıkama oranı, su kullanım randımanı, tuz eşik değeri.

ABSTRACT

**DETERMINATION OF EVAPOTRANSPIRATION, YIELD AND
SOME QUALITY PARAMETERS OF PEPPER
(*Capsicum annuum* L.) UNDER DIFFERENT SALT AND LEACHING
FRACTIONS IN SOILLESS CULTURE**

GÜRGÜLÜ, Hatice

PhD Thesis, Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali UL

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet Kamil MERİÇ

April 2015, 197 pages

In this study, the effects of different salinity levels and leaching fractions on plant growth, yield, quality and water consumption of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown by soilless culture were carried out to determine. The experiment was realized as four growing periods during the years of 2010 and 2012. The experimental design was a randomised split plot with three replicates. Pepper plants were grown in perlite and cocopeat, by using open system and four salinity levels were tested in this study. Plants were fed with a complete nutrient solution and its EC level was accepted as control treatment (T₁). The electrical conductivities of the solution in other three treatments were increased 2 (T₂), 4 (T₃) and 6 (T₄) dS/m above the control by adding NaCl.

Two different leaching fractions were tried to adjusted by weekly measurements as 15 - 20 % (YO₁) or 35 – 40 % (YO₂) were applied in each salinity levels. According to the results, there was no significant difference between leaching fractions in respect to yield in all four growing seasons, but yield decreased with the increase of salinity.

Keywords: Pepper (*Capsicum annuum* L.), salinity, leaching fraction, water use efficiency, salt threshold value.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında değerli fikir ve görüşlerini paylaşarak destek veren danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Ali UL ve 2. danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kamil MERİÇ'e,

Çalışmam süresince bölüm olanaklarını kullanmam konusunda sağladıkları kolaylıklar yanında, tez izleme komitesinde bulunarak görüş ve katkıları ile bana yol gösteren hocam Doç. Dr. Yasemin Senem KUKUL KURTTAŞ'a,

2010-ZRF-023 no'lu proje kapsamında tez çalışmama maddi destek veren E.Ü. Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Kurulu'na,

Çalışmanın deneme aşamasında E.Ü. Bergama Meslek Yüksek Okulu'na ait sera alanını kullanmam konusunda sağladıkları kolaylıklar nedeniyle okul yönetimine ve seracılık programı öğrencilerine,

Bu çalışma süresince ihtiyacım olan tohumları sağlayan Altın Tohumculuk Ticaret ve Sanayi A.Ş.'ye,

Çalışmanın laboratuvar aşamasında gerek fikir, gerekse sağladıkları olanaklar dolayısı ile Doç. Dr. Fatih ŞEN ve Araş. Gör. Dr. Mahmut TEPECİK'e, laboratuvardaki analizlerde yardımcı olan Zir. Müh. Gamze TUNÇ ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğrencilerine,

Tüm eğitim ve öğretim hayatım boyunca olduğu gibi, doktora çalışmam süresince de gösterdikleri sonsuz maddi ve manevi katkıları, sabırları ve destekleri için sevgili annem ve babama,

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxxvi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Tuzluluğun Oluşumu ve Bazı Bitkiler Üzerindeki Etkilerine İlişkin Çalışmalar	4
2.2. Topraksız Tarımda Sebze Yetiştiriciliğine İlişkin Çalışmalar	36
2.3. Bazı Sebzeler ve Biber Çeşitlerinde Sulamaya İlişkin Çalışmalar	51
3. MATERYAL VE YÖNTEM	58
3.1. Materyal	58
3.1.1. Bitkisel materyal	59
3.1.2. Yetiştirme ortamı	60
3.1.3. Sulama sistemi	61

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2. Yöntem.....	62
3.2.1. Araştırma konuları	62
3.2.2. Araştırma alanı ve saksıların hazırlanması	63
3.2.3. Bitki bakım işlemleri.....	68
3.2.4. Verim değerlerinin belirlenmesi	69
3.2.5. Araştırma süresince yapılan ölçüm ve analizler	70
3.2.6. Su tüketimi – verim ilişkilerinin değerlendirilmesi	75
3.2.7. Tuz eşik değeri ve tuz – verim ilişkilerinin değerlendirilmesi.....	77
4. BULGULAR	80
4.1. Meteorolojik Veriler	80
4.1.1. Dört üretim döneminde sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri.....	80
4.1.2. Dört üretim döneminde sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri.....	81
4.1.3. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri.....	83
4.1.4. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri.....	84

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.5. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri.....	86
4.2. Bitki – Su İlişkileri	87
4.2.1. Uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri.....	87
4.2.2. Su kullanım etkinlikleri (WUE)	103
4.3. Verim, Vejetatif Gelişim ve Bazı Meyve Kalite Özelliklerine İlişkin Bulgular	108
4.3.1. Verim	108
4.3.2. Vejetatif gelişim.....	114
4.3.3. Bazı meyve kalite özellikleri	117
4.4. Besin Çözeltisi, Drenaj Çözeltisi ve Bitkisel Materyalde Yapılan Ölçümler	131
4.4.1. Besin çözeltisi ve drenaj çözeltisinde pH ve EC düzeylerinin haftalık değişimi.....	131
4.4.2. Besin çözeltisi, drenaj çözeltisi ve bitkisel materyalde (yaprakta) Na ve Cl iyonlarına ilişkin analiz sonuçları	138
4.5. Tuz – Verim Arasındaki İlişkiler	148
4.5.1. I. Üretim döneminde EC – verim arasındaki ilişkiler.....	148

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.5.2. II. Üretim döneminde EC – verim arasındaki ilişkiler.....	149
4.5.3. III. Üretim döneminde EC – verim arasındaki ilişkiler	150
4.5.4. IV. Üretim döneminde EC – verim arasındaki ilişkiler	151
4.5.5. Drenaj çözeltilisindeki Na ve Cl iyonları içeriği ile verim arasındaki ilişkiler	153
4.5.6. Yaprakta Na ve Cl iyonları içeriği ile verim arasındaki ilişkiler	160
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	164
KAYNAKLAR DİZİNİ	182
ÖZGEÇMİŞ	197
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü.....	58
3. 2. Sulama sistemi otomasyon birimi ve sisleme başlığının genel görünümü.....	58
3. 3. Sera iç gölgelemesinin ve iklim parametrelerini ölçen (sıcaklık ve nem) iklim istasyonunun genel görünümü	59
3. 4. Fidelerin dikimden önceki görünüşü	60
3. 5. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan perlit ve Hindistan cevizi kabuğu lifi.....	61
3. 6. Lateral boru hattı ve farklı tuzluluk düzeyi tanklarına ilişkin görünüm.....	62
3. 7. Sulama sistemi otomasyon birimi ve sistemi oluşturan elektromotopomp, sayaç, filtre ve vanalar	61
3. 8. Fidelerin dikim aşaması ve dikimden hemen sonraki genel görünümleri	64
3. 9. Araştırmada kullanılan deneme deseni.....	65
3. 10. Saksıların ve drenajın üretim dönemine hazırlanması ile malçlama	66
3. 11. Drenaj çözeltilisinin iletildiği PE borular ve drenaj tankları	67
3. 12. Drenajda pH ve EC ölçümleri	68

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3. 13. Fidelerin viyollerde ilaçlanması, seyreltme ve askıya alma işlemleri	69
3. 14. Hasat ve meyve ağırlıklarının belirlenmesi	70
3. 15. Bitki boyu (cm) ve gövde çapı (mm) ölçümleri	70
3. 16. Meyve ağırlığı ölçümü.....	71
3. 17. Meyve rengi	72
3. 18. Suda çözünür kuru madde miktarı	72
3. 19. Biber suyunda pH ölçümü	73
3. 20. Biber suyunda C vitamini	74
3. 21. Taşınabilir el EC-pH metresi	75
3. 22. Drenaj sularında Na ve Cl okumaları	75
3. 23. Drenaj miktarı ölçümü ve sayaç okumaları	76
3. 24. I. İlkbahar dönemine ait deneme görüntüleri.....	78
3. 25. I. Sonbahar dönemine ait deneme görüntüleri	78
3. 26. II. İlkbahar dönemine ait deneme görüntüleri	79
3. 27. II. Sonbahar dönemine ait deneme görüntüleri.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 1. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	80
4. 2. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	80
4. 3. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	80
4. 4. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	80
4. 5. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)	82
4. 6. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)	82
4. 7. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)	82
4. 8. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)	82
4. 9. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	83
4. 10. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	83

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 11. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C)	83
4. 12. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C)	83
4. 13. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).....	85
4. 14. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).....	85
4. 15. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).....	85
4. 16. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).....	85
4. 17. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m ²).....	86
4. 18. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m ²).....	86
4. 19. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m ²).....	86
4. 20. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m ²).....	86

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 21. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).....	88
4. 22. YO ₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	90
4. 23. YO ₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	90
4. 24. YO ₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi	91
4. 25. YO ₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi	91
4. 26. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).....	92
4. 27. YO ₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	93
4. 28. YO ₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	94
4. 29. YO ₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi	94
4. 30. YO ₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi	95

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 31. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).....	96
4. 32. YO ₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	97
4. 33. YO ₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	98
4. 34. YO ₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.....	98
4. 35. YO ₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.....	99
4. 36. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).....	100
4. 37. YO ₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	101
4. 38. YO ₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi	102
4. 39. YO ₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.....	102
4. 40. YO ₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.....	103

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 41. I. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUETV-SSM) ve tüketilen (WUETV-BST) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3)	103
4. 42. II. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUETV-SSM) ve tüketilen (WUETV-BST) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3)	105
4. 43. III. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUETV-SSM) ve tüketilen (WUETV-BST) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3)	106
4. 44. IV. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUETV-SSM) ve tüketilen (WUETV-BST) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3)	107
4. 45. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve ağırlığı değerleri	110
4. 46. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin birim alandan elde edilen meyve sayıları (adet/m^2)	112
4. 47. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin çiçek burnu çürüklüğü oranları (%)	114
4. 48. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin ortalama bitki boyları (cm)	115
4. 49. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin üretim dönemi sonundaki ortalama bitki gövde çapları (mm).....	117

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 50. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve kuru madde miktarı (%)	119
4. 51. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyunun EC değerleri (dS/m)	121
4. 52. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyunun pH değerleri.....	122
4. 53. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin titre edilebilir asit miktarları (mval/100 ml)	124
4. 54. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin suda çözünebilir kuru madde miktarları (%).....	126
4. 55. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin C vitamini değerleri (mg/100 g)	128
4. 56a. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Hue (Renk niteliği) değerleri.....	130
4. 56b. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Chroma (Renk doygunluğu) değerleri	130
4. 57. I. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim	132
4. 58. II. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	132

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 59. III. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	132
4. 60. IV. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	132
4. 61. I. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	132
4. 62. I. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	132
4. 63. II. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	133
4. 64. II. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	133
4. 65. III. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	133
4. 66. III. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	133
4. 67. IV. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	134
4. 68. IV. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.....	134

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 69. I. Üretim döneminde besin çözeltilisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	134
4. 70. II. Üretim döneminde besin çözeltilisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	134
4. 71. III. Üretim döneminde besin çözeltilisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	134
4. 72. IV. Üretim döneminde besin çözeltilisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	134
4. 73. I. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	135
4. 74. I. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	135
4. 75. II. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	136
4. 76. II. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	136
4. 77. III. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	136
4. 78. III. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.....	136

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 79. IV. Üretim döneminde YO1 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim	137
4. 80. IV. Üretim döneminde YO2 uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim	137
4. 81. I. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	138
4. 82. II. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	138
4. 83. III. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	138
4. 84. IV. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	138
4. 85. I. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	139
4. 86. II. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	139
4. 87. III. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	139
4. 88. IV. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.....	139

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 89. I. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	140
4. 90. I. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	140
4. 91. I. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	140
4. 92. I. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	140
4. 93. II. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	141
4. 94. II. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	141
4. 95. II. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	141
4. 96. II. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	141
4. 97. III. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	142
4. 98. III. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	142

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 99. III. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	142
4. 100. III. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	142
4. 101. IV. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim	143
4. 102. IV. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim	143
4. 103. IV. Üretim döneminde YO1 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	143
4. 104. IV. Üretim döneminde YO2 konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	143
4. 105. I. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim	144
4. 106. I. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim	144
4. 107. I. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	144
4. 108. I. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	144

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 109. II. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	145
4. 110. II. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	145
4. 111. II. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	145
4. 112. II. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	145
4. 113. III. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	146
4. 114. III. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	146
4. 115. III. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	146
4. 116. III. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.....	146
4. 117. IV. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	147
4. 118. IV. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.....	147

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 119. IV. Üretim döneminde YO1 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	147
4. 120. IV. Üretim döneminde YO2 konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim	147
4. 121. YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	148
4. 122. YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	149
4. 123. YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	149
4. 124. YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	150
4. 125. YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	151
4. 126. YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	151
4. 127. YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	152
4. 128. YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.....	152

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 129. I. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	153
4. 130. I. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	154
4. 131. I. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	154
4. 132. I. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	154
4. 133. II. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana oransal verim azalışı.....	155
4. 134. II. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	155
4. 135. II. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	156

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 136. II. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	156
4. 137. III. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	157
4. 138. III. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	157
4. 139. III. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	157
4. 140. III. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	158
4. 141. IV. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	159
4. 142. IV. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.....	159

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 143. IV. Üretim döneminde YO1 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	159
4. 144. IV. Üretim döneminde YO2 uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı	159
4. 145. I. Üretim döneminde YO1 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	160
4. 146. I. Üretim döneminde YO2 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	161
4. 147. II. Üretim döneminde YO1 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	161
4. 148. II. Üretim döneminde YO2 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	161
4. 149. III. Üretim döneminde YO1 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	162
4. 150. III. Üretim döneminde YO2 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	162
4. 151. IV. Üretim döneminde YO1 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı	163

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

4. 152. IV. Üretim döneminde YO2 uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı..... 163

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Dikim, ilk ve son hasat tarihleri.....	64
3. 2. Araştırmada biber yetiştiriciliği için kullanılan besin reçetesi	66
3. 3. Tuz çözeltileri uygulamalarına başlama tarihleri.....	67
4. 1. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve ağırlığı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	109
4. 2. Üretim dönemlerinde uygulama konularının birim alanda meyve sayısı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	111
4. 3. Üretim dönemlerinde uygulama konularının çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	113
4. 4. Üretim dönemlerinde uygulama konularının bitki boyu üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	115
4. 5. Üretim dönemlerinde uygulama konularının bitki gövde çapı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	116
4. 6. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve kuru madde miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	118
4. 7. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve suyunun EC değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	120
4. 8. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve suyunun pH değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	122

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4. 9. Üretim dönemlerinde uygulama konularının titre edilebilir eşit miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	123
4. 10. Üretim dönemlerinde uygulama konularının suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	125
4. 11. Üretim dönemlerinde uygulama konularının C vitamini değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.....	127
4. 12. Üretim dönemlerinde uygulama konularının Chroma ve Hue değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar	129
4. 13. Yapraktaki Na (ppm) ve Cl (%) artışına göre verimde meydana gelen % azalmalar.....	163

1. GİRİŞ

Dünya örtü altı yetiştiricilik alanının 4 milyon hektar olduğu bildirilmektedir. Türkiye toplam örtü altı alanı ise 2012 yılı itibariyle 617760.31 dekar olup, bu alanın % 27'sini oluşturan 163206.79 dekar alçak tünellerden, % 15'ini oluşturan 95095.26 dekar yüksek tünellerden, % 13'ü olan 80728.06 dekar cam seralardan ve % 45'lik kısmını oluşturan 278730.21 dekar plastik seralardan oluşmaktadır. Türkiye'de 2012 verilerine göre yetiştiricilik yapılan sera alanının % 96'sında sebze üretimi, % 3'ünde özellikle kesme çiçek üretimi ile süs bitkileri yetiştiriciliği ve % 1'inde muz ve çilek gibi meyve üretimi gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2013).

2012 yılı verilerine göre, ülkemiz örtü altı sebze üretimi açısından değerlendirildiğinde; domates 170039 dekar alanda 2132540 ton üretimle ilk sırada yer alırken, bunu ikinci sırada 37683 dekar alanda 554559 ton üretim ile hıyar, 27813 dekar alanda 224242 tonla biber (sivri) ve 11022 dekarda 79092 tonla kabak (sakız) takip etmektedir (TÜİK, 2013).

Türkiye'de sebze yetiştiriciliği, üretim alanı açısından 8265966 dekar alanla önemli bir konumda yer almasına rağmen, yetiştiricilerin yeterli teknik bilgi ve deneyime sahip olmaması, ekipman yetersizliği ve sebzeciliğin öneminin tam olarak anlaşılamaması nedeniyle, bu alanda gerçekleştirilen üretimin kısıtlı kaldığı bilinmektedir. Ayrıca son yıllarda Dünya'da ve ülkemizde sebzeciliğe yönelik olarak yapılan çalışmaların daha çok yetiştirme tekniği ve tohumculuk alanlarında gerçekleştirilmesi, sulamaya ilişkin çalışmaların sınırlı kalmasının yanında biberin tuz stresi karşısındaki tepkilerine ilişkin ayrıntılı çalışmaların bulunmaması da bu konuda bilgi açığı olduğu gerçeğini ve bu ihtiyacın giderilmesindeki gerekliliği yansıtmaktadır.

Tarımsal alanlarda meydana gelen tuzluluk sorunu, daha çok sulama yapılan kurak, yarı-kurak bölgelerde yer alan arazilerde ve seralarda yeterli drenajın sağlanamaması, mono kültür uygulamaları, bilinçsiz su ve gübre kullanımının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Sevgican, 2002; Sonneveld, 2001; Hale and Orcutt, 1987; Sivritepe ve Eriş, 1998). Bitkisel üretimin temel unsurlarından olan toprak ve suyun bünyesinde bulunan tuzlar, yetiştiriciliği sınırlayan bir faktör olarak karşımıza çıkabilmektedir. Ayrıca, bitkinin büyümesi ve gelişimi için sulama suyu ile birlikte uygulanan temel kimyasal gübrelerin de tuzlardan oluşması zaman zaman bitki gelişimini sınırlayabilmektedir. Tüm bu

etmenler bitki kök bölgesi ortamında önemli düzeyde tuz birikimine neden olmakta, bitkisel verim ve kalite düşebilmektedir (Quamme and Stushinoff, 1983).

Ülkemizde seralarda yapılan sebze yetiştiriciliği dikkate alındığında, yetiştiriciliği sınırlayan tuzluluk sorunları ile karşılaşmak kaçınılmazdır. Bu amaçla farklı tuz düzeylerinin ve tuz düzeyini belirli sınırlar içinde tutacak yıkama oranlarının; bitki gelişimi, verim ve kalite üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, yetiştiricilik açısından üzerinde durulması gereken bir konudur. Diğer taraftan ülkemizde biber yetiştiriciliğine yönelik olarak gerçekleştirilen araştırmalarda, sunulan araştırmada hedeflenen bulguların saptanmasına yönelik olarak, günümüze kadar sınırlı sayıda yapılan çalışmalar da konunun önemini vurgulayan diğer bir önemli noktadır. Ancak, yapılan diğer çalışmalar da bu konudaki eksikliği ortaya çıkarmakla birlikte, sebzelerde tuzlu sulama suyu uygulamalarının etkilerine yönelik çalışmaların çok daha az olması, normalde sebzelerin iyi kalitede sularla sulanması ile ilişkili olduğu gibi farklı bir noktaya dayandırılmaktadır.

Sebze yetiştiriciliği yaygın olarak açık alanlarda ya da seralarda gerçekleştirilmekle birlikte topraksız tarım sistemlerinde de üretim yapılmaktadır. Bu tip yetiştiriciliğin avantajı iş gücü koşullarının iyileştirilmesi ve yetiştiricilikle birlikte başlayan toprağa bağlı bitki hastalıklarının önlenmesidir (Akat, 2008). Ancak, seralarda gerçekleştirilen topraksız tarımda, bitkilerin sulanması ve gübrenmesi toprakta yapılan üreticilikten farklıdır. Topraksız yetiştiricilikte sulama ve gübrelemenin besin çözeltisi şeklinde birlikte yapılması, suyun ve gübrenin daha etkin kullanımını sağlar. Topraksız yetiştiricilikte kullanılan yetiştirme ortamlarının genellikle bitki gelişimi için gerekli olan besin maddelerini içermemesi, bu tür üreticilikte gübremenin daha etkin ve kontrollü yapılmasını gerektirmektedir. Topraksız yetiştirme sistemlerinde kullanılan besin çözeltisinin içerdiği tuzun zamanla bitki kök bölgesi ortamında birikmesi nedeniyle tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır (Sonneveld and Voogt, 2001). Çoğu zaman besin çözeltisi dışında çözelti hazırlama amacıyla kullanılan su, yüksek düzeyde tuz konsantrasyonuna sahiptir (Sonneveld, 2001). Bu nedenle geleneksel tarımla karşılaştırıldığında topraksız tarımda kullanılan ortam kök hacminin çok küçük olmasına bağlı olarak kök bölgesi ortamında çok daha hızlı bir tuz birikimi gözlenmekte ve bu birikim sebebiyle önemli tuzluluk sorunu yaşanmaktadır (Sonneveld et al., 2000; Akat, 2008).

Gerek üretim alanı gerekse ihracat değerleri bakımından ekonomik potansiyele sahip biber yetiştiriciliğinde; sözü edilen nedenlerle karşılaşılan tuzluluğun ve tuz etkisi altındaki bitkilerde sulamalar sırasında yapılan yıkama uygulamalarının; bitki gelişimi, verimi ve pazara sunum açısından büyük öneme sahip kalite kriterleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi konuları önem kazanmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile sera koşullarında ve topraksız ortamda yetiştirilen biber bitkisinin, farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları kullanılarak üretildiği koşullarda; bitkilerin gelişimi, verimi, bazı kalite kriterleri üzerinde yarattığı etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, sulama suyu miktarlarına ilişkin olarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, özellikle ülkemiz biber yetiştiriciliğinde büyük eksiklik olarak görülen sulama, bitki su tüketimi ve tuzluluk konusundaki bilgi gereksinimine katkı sağlaması amaçlanmıştır. Çalışmadan sağlanan bulguların tüm soru ve sorunların cevabını vermesi mümkün değildir. Ancak, çalışmanın bundan sonra yapılacak araştırmalar için bir örnek oluşturacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Tuzluluğun Oluşumu ve Bazı Bitkiler Üzerindeki Etkilerine İlişkin Çalışmalar

Bugün dünyada sulanan alanlar 276 milyon hektar olup işlenebilir arazilerin yaklaşık % 19.6'sını oluşturmaktadır. Ancak her geçen yıl sulamaya açılan alanların artmasıyla bu oran yükselmektedir (Çaçık, 2008). Türkiye'nin yüz ölçümü 78 milyon hektar olup, bu alanın yaklaşık üçte birini oluşturan 28 milyon hektarı tarım yapılan arazidir. Yapılan etütlere göre; mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı 8.5 milyon hektar olarak hesaplanmıştır. Bu alan içerisinde 5.9 milyon hektar sulamaya açılmış olup, bu alanın 3.61 milyon hektarı DSİ tarafından inşa edilmiş modern sulama şebekelerine sahiptir (DSİ, 2015). Sulanan alanlar bu şekilde artarken sulama suyu kaynakları aynı kalmakta hatta son yıllarda çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulması sonucu dünya ısısında yükselme ve bazı bölgelerde, özellikle Akdeniz ülkelerinde, düşük yağışlar nedeni ile su kaynaklarında azalma gözlenmektedir (Çaçık, 2008).

Tarımsal üretimde ürün miktarının artırılması, ancak bitki gelişimini sağlayan faktörlerin artırılması ile mümkün olabilmektedir. Sulama da bitki gelişiminde ana faktörlerden birisidir. Doğal koşullarda yağışlar bitkinin su ihtiyacının ancak küçük bir kısmını karşıladığı için sulama bitki gelişiminde büyük öneme sahiptir. Sulamayla toprak, su ve bitki arasında olumlu bir dengenin yaratılması temel amaçtır. Bu nedenle sulama, bitki gelişmesi için yeterli nem koşulunu sağlayan bir işlem olarak da tanımlanır. Eğer, toprakta gereğinden fazla su varsa sulama ile ürün miktarında bir azalma ve daha önemlisi, toprakta tuzluluk, alkalilik ve taban suyu gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Altan vd., 2000).

Kurak ve yarı kurak iklim koşullarında gerek bitkilerden olan terleme gerekse toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarının yüksek oluşu, toprak nemindeki tuz konsantrasyonunun artmasına ve dolayısıyla da toprağın tuzlulaşmasına neden olmaktadır.

Bütün iklim kuşaklarında oluşabilen tuzluluk ve alkalilik, kurak koşullarda daha fazla ve çabuk bir şekilde ortaya çıkar. Bu nedenle tuzlu ve alkali topraklar kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak bulunurlar. Bu durum

çoraklık ve çölleşmenin birbiriyle ilişkili olmasının nedenlerinden biridir. Çoraklık ve çölleşme birbirinden farklı ama birbiriyle ilişkili iki oluşum olup, topraklarda tuzluluğun artması ile oluşan çoraklaşma çölleşmeyi hızlandırmakta veya tersi olarak çölleşmenin etkisi ile topraklar çoraklaşmaktadır. Toprakların tuzlulaşma ve sodyumlaşmasının asıl nedeni, kötü kaliteli sulama sularındaki çözünebilir tuzların uygun olmayan toprak işleme şartları, yetersiz drenaj gibi olumsuz etmenler sonucu toprakta birikmesidir (Çaçık, 2008).

Kurak ve yarı kurak iklim şartları tuz birikimini arttırmakta, tuzların yıkanmasını azaltmaktadır. Suda çözünebilir tuz bileşiklerinin artmasıyla tuzlulukta da bir artış meydana gelmektedir. Çoraklaşma suyun yarayışlılığını azaltmakta, bitki besin maddelerinin alınımını olumsuz etkilemekte ve biyolojik çeşitliliği azaltmaktadır. Çoraklık ile toprak yüzeyini kaplayan bitki örtüsü sınırlanmakta, organik madde azalmakta, suyun ve toprağın fiziksel özellikleri kötüleşmektedir (Çaçık, 2008).

Sulanan alanlar için yeterli miktar ve iyi kalitede sulama suyunun temini gün geçtikçe daha zor bir durum almaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynaklarının kirlenmesi ve azalması sonucunda ülkeler, geleceğe dönük sulama stratejilerini hazırlarken yer altı ve atık suların kullanımına dönük çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Bu amaçla drenaj suyunun sulamada kullanılması, suyun daha etkin kullanılmasını sağlarken bir takım olumsuzlukları da (toprakta tuz birikmesi, çevresel sorunlar gibi) beraberinde getirmektedir. Drenaj sularının içerdiği yoğun organik maddeler, patojenik mikroorganizmalar, kirleticiler ve yüksek tuz içeriği, suyun kendisinin bir kirlilik kaynağı olmasına neden olmaktadır. Özellikle toprak tuzluluğunun önlenmesine yönelik yıkamaların drenaj suyu miktarını arttırması kirlilik düzeyini yükseltmektedir (Ödemiş, 2003).

Hızla artan dünya nüfusunun gıda ve diğer su gereksinimlerinin karşılanması zorunluluğu ile tarımın, sanayinin, endüstrinin, turizmin ve diğer su kullanım alanlarının giderek artması sonucu suya olan taleplerin de hızla arttığı görülmektedir. Buna karşılık dünyadaki su kütleleri ve dolayısıyla temiz su kaynakları sınırlı bir düzeyde olup artmamaktadır. Diğer bir ifade ile nitelikli suların miktarı sınırlı olup, arttırılması mümkün olmamakla birlikte bunlara olan talepler hızla artmakta ve talep çeşitleri de genişlemektedir. Bu durumda mevcut su kaynaklarının hem miktar hem de kalite yönünden en iyi şekilde korunmalarının ve değerlendirilmelerinin gerekliliği açıktır. Dünyanın birçok yöresinde temiz su kaynakları ihtiyaçlara yetmediğinden bu bölgelerde mevcut

olan daha düşük kalitedeki sulardan da yararlanmanın yollarına gidilmiştir. Gerek içme ve kullanma, gerekse de diğer kullanım alanlarında kullanılacak suların belirli bir kalitede olmaları gerekir. Su kalitesi, farklı kullanım alanlarında farklı anlamlar taşır. İçme ve kullanma alanlarında kullanılan suların standartları ile sulama, enerji ve diğer alanlarda harcanan suların standartları birbirinden önemli derecede farklılık göstermektedir (Savcı, 2014).

Tuzluluk; değişik tuzların toprak ya da suda, bitkinin büyümesini engelleyebilecek düzeyde bulunması olarak ifade edilmektedir. Genellikle bu tuzlar; klorürler (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 , KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (Na_2CO_3 , NaHCO_3) ile boratlar olarak belirtilmiştir (Quamme and Stushnoff, 1983; Munns and Termaat, 1986; Rhoades et al., 1992; Grattan, 1993).

Tuzların kaynağını; kayaçların parçalanması, inorganik gübreleme, toprak (gips, kompost ve gübre uygulamaları) ve sulama suyu oluşturur (Kotuby-Amacher et al., 1997). Toprakta çözünabilir toplam tuz miktarının bir ölçütü olan toprak tuzluluğu; toprağı oluşturan ana maddeden ve bunların zaman içinde ayrışmasından ileri gelebildiği gibi, daha yüksek arazilerden yıkanarak taşınma yoluyla da gelmekte veya yüksek taban suyundan da kaynaklanabilmektedir (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954; Blaylock, 1994).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünabilir tuzlar uzaklara taşınamamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kapillar yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Bu bölgelerde evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular, toprak yüzeyinden buharlaşırken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık buharlaşmanın yüksek olmasıdır (Richards, 1954).

Bunun yanında; seralarda yapılan mono kültür uygulamaları ile özellikle yetiştiriciliği desteklemek amacıyla kullanılan gübre ve kimyasalların etkisi, bilinçsiz olarak gerçekleştirilen sulama uygulamaları, belli bir süre sonra toprakta önemli düzeyde tuz birikimine neden olabilmektedir (Quamme and Stushnoff, 1983; Sevgican, 2002).

Toprakların tuzlulaşmasında, bilinçsiz sulama yanında, drenaj olanaklarının yetersizliği ve yüksek taban suyunun da rolü çok büyüktür. Özellikle, sulama sonucu toprakların tuzlu ve alkali hale dönüşmesi, sulu tarımın uygulandığı bölgelerde güncel bir sorundur. Drenaj şebekelerinin yetersizliği ve sulama sonucu yükselen taban suyu, kurak bölgelerde tuzluluğun başlıca nedenidir. Bitki kök bölgesinde fazla miktarda eriyebilir tuzların birikmesi, bilindiği gibi, toprakta tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Böyle bir toprakta, kültür bitkilerinin çimlenme, büyüme ve ürün verimleri, mevcut tuzların cinsi ve miktarlarına bağlı olarak azalmakta ve hatta tamamen durmaktadır (Richards, 1954; Dizdar, 1978).

Yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorun olan tuzluluğun potansiyel etkisi, sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yer altı sularına tuzun karışarak kalitelerinin bozulmasına neden olmaktadır (Feng et al., 2003). Aynı zamanda tuzluluğun neden olduğu arazi bozulması sonucu gıda üretimi olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Kurak ve yarı kurak alanlarda biriken tuzlu taban sularını uzaklaştırma şansı olmadığından ciddi bir problem oluşturmakta ve farklı kullanımlar için ihtiyaç duyulan kaliteli suya olan talebi arttırmaktadır (Sharma et al., 1993; Sharma et al., 1994).

Çorak araziler Türkiye yüzölçümünün % 2'sine, toplam işlenen tarım arazilerinin % 5.48'ine, ekonomik olarak sulanabilen 8.5 milyon hektar arazinin % 17'sine eşittir. Toplam çorak alanların % 74.2'si tuzlu, % 25.5'i tuzlu-alkali ve % 0.5'i ise alkali topraklardan oluşmaktadır (Sönmez, 2004).

Çorak topraklar, iyileştirilmeden önce doğru biçimde tanınmalıdırlar. Tanınma için, önce arazi gözlemleri yapılır, daha sonra gözlemler laboratuvarda yapılacak toprak ve su analiz ölçümleri ile pekiştirilir. Arazi gözlemlerinde, toprakların görünüşleri ile üzerinde yetişen bitki örtüsünün özellikleri dikkate alınır (Kanber vd., 1992; Kanber vd., 2005).

Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkinin ihtiyaç duyduğu, ancak yağışlarla karşılanamayan su, sulama yapılarak karşılanmaktadır. Sulama; bitki gelişimi süresince su eksikliğinden kaynaklanan verim azalmalarının önlenmesi için bitkilere uygun zaman ve miktarda su verilmesi işlemidir. Ancak sulama amaçlı kullanılan tüm yüzey ve yer altı sularında az veya çok miktarda çözünmüş halde bulunan tuzlar zamanla toprakta tuz birikimine neden

olmaktadır (Hannah, 1998; Ayers and Westcot, 1989). Dünyada sulu tarım yapılan alanlarda, yeterli miktarda kaliteli su bulunmadığı koşullarda tuzlu sular kullanılmaktadır. Bu nedenle zamanla toprağın tuz miktarında meydana gelen artış, gelişim oranını, verimi ve ürün kalitesini düşürmektedir (Villora et al., 2000; Wahome, 2003).

Bu durum sadece toprak ve su koşullarında değil aynı zamanda son yıllarda geleneksel yetiştiriciliğe alternatif olarak değerlendirilen topraksız tarım koşullarında da söz konusu olmaktadır. Özellikle ortam kültürü sistemleri gibi, küçük ortam kök hacimlerinde yetiştiriciliğin yapılması durumunda tuzluluğun ortaya çıkması söz konusudur. Topraksız tarım sistemlerinde de kullanılan sulama suyunun içerdiği tuzun zamanla kök bölgesinde birikimi tuzluluk sorunlarına neden olabilmektedir (Sonneveld and Voogt, 1983). Ayrıca topraksız tarımda kullanılan ortam kök hacminin çok küçük olması da tuz birikimini hızlandırmakta, küçük hacme sahip kök bölgesi ortamında ciddi tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında, söz konusu sorunun özellikle küçük ortam hacimlerinin kullanıldığı kapalı sistemlerde yetiştirilen bitkilerde rastlanılan bir durum olduğu bilinmektedir (Sonneveld et al., 2000).

Toprak, bitki, topoğrafya ve yüzey akışa geçen su miktarı bakımından yapılan gözlemler tuzluluk sorununu tanımlamak için yeterli değildir. Bunun ötesinde yapılan gözlemler ise her ne kadar tuzluluğun tanımlanmasında yarar sağlasa da, mevcut zararlı eriyebilir tuzları gözlemleyerek karar vermek çoğu zaman yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle sorunun tanımlanmasında, bitki-toprak-su örneklerinde tuzluluğa yönelik uygun kimyasal analizlerin yapılması güvenilir sonuçların alınması açısından gereklidir (Francois and Maas, 1994; Akat, 2008).

Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi de söz konusudur (Yurtseven, 1999; Akgül, 2002; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Kanber vd., 1992). Sulama suları ile toprağa iletilen tuzlar, toprak çözeltisi içinde birikerek üzerinde yetiştirilen bitkiyi farklı biçimlerde etkilerler. Bu tuzlar toprak fiziksel özelliklerini etkileyebildiği gibi doğrudan bitki üzerine toksik yani zehir etkisi de yapabilirler ve sonuçta verimde azalmalar oluşur (Kara ve Apan, 2000).

Bitkilerde tuz stresi, üretimi etkileyen en önemli kısıtlayıcı çevresel faktörlerden biridir. Düşük yağış, yüksek evapotranspirasyon, yer altındaki çözülebilir tuz kaynakları, tuzlu sulama suyu ve yanlış yapılan sulamalar tarım

alanlarında tuzluluk probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça kısıtlıdır ve verimde önemli düşüşlerle karşılaşmaktadır (Munns and Termaat, 1986; Lauchli, 1986; Marchner, 1995).

Tuzluluğun zararlı etkisini azaltmak için bazı uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bunlar tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi, yetiştiricilik sırasında bazı özel tekniklerin uygulanmasıdır. Ancak tuzluluğun zararlı etkisini azaltmaya yönelik bu uygulamalar oldukça pahalı ve sonuçta geçici çözümler getiren uygulamalardır. Tuzlu koşullar altında normal bir gelişme ve büyüme göstererek, ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuzluluğa dayanıklı bitki genotiplerinin seçilmesi ve üreticilere bunların önerilmesi ve ıslah yoluyla yeni genotiplerin geliştirilmesi kalıcı ve tamamlayıcı çözüm yolları olacaktır (Epstein et al., 1980; Fooland, 1996).

Tuza dayanıklı “Na-sakınan veya excluder” olan genotiplerin dokularında K ve Ca iyonlarının konsantrasyonları yüksek, tuza dayanıklı “Na-kabullenen veya includer” olan genotiplerin ise dokularında K ve Ca konsantrasyonları nispeten daha düşük olmaktadır. Tuza karşı hassas olan ve önemli ölçüde zararlanan genotiplerin yeşil aksam dokularında Na iyonu fazla ve Ca ile K iyonları genellikle en az düzeylerde görülmüştür. Örneğin, fasulye genotiplerinin tuzluluğa dayanıklılık mekanizmasında Cl ile Na alımının birbirinden bağımsız olduğu ve bitkilere esas zarar veren iyonun Na olduğu görülmüştür (Daşgan vd., 2005).

Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz, bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri; fiziksel, kimyasal ve dolaylı etkiler olmak üzere sınıflandırılabilir. Fiziksel etki, kök bölgesinde ozmotik basıncın yükselmesi sonucunda bitkinin su alımının düşmesi ve buna bağlı olarak besin maddesi alımının yavaşlaması ya da durması olarak tanımlanmaktadır. Kimyasal etki, birtakım tuzların bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırması sonucunda metabolizmanın bozularak bitkinin zarar görmesi olarak tanımlanır. Buna toksik etki de denilmektedir. Dolaylı etkiler ise tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin bitki gelişmesine etkisi olarak tanımlanır (Kanber vd., 1992; Hanson et al., 1993; Ekmekçi vd., 2005). Toprak içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen bazı koşullar altında bitkilerin solmaya başladıkları görülmüştür. Bu durum genellikle yüksek toprak tuzluluğunun yarattığı fizyolojik kuraklık durumundan kaynaklanmaktadır. Fizyolojik kuraklık durumunda yüksek ozmotik basınç

nedeniyle bitki kökleri topraktaki mevcut suyu alamamaktadırlar (Ayyıldız, 1990).

Normal koşullar altında bitki kök hücrelerindeki erimiş madde konsantrasyonu, toprak suyundakinden daha yüksektir. Bu farklılık suyun serbestçe bitki köküne doğru hareketine izin verir. Toprak suyunun tuzluluğu arttıkça, toprak suyundaki bileşenler ile kök hücresindeki bileşenlerin konsantrasyonu arasındaki fark azalacağından, öncelikle toprak suyunun bitkiye geçişi yavaşlar. Toprak suyundaki tuzların bitki su alımını azaltıcı etkisini önlemek için bitki, hücrelerinde ya tuz biriktirerek ya da şeker veya organik asit gibi organik bileşenleri sentezleyerek ozmotik düzenleme yapmak zorundadır. Bu düzenleme bitkinin enerji kullanmasını gerektirir ve bitki gelişimi için kullanılacak enerjinin bu amaçla kullanılmasına neden olur, bu da diğer tüm açılardan sağlıklı olarak görünen fakat bodur bitkiler ortaya çıkarır (Grattan, 1993; Sen and Mohammed, 1994). Yani, tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve su kullanımının azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunur (Ekmekçi vd., 2005).

Bitki kökleri çoğu tuzları geçirmeyen ancak su moleküllerinin geçmesine de engel olmayan yarı geçirgen hücre zarına sahiptir. Tuz etkisiyle ilgili önemli bir husus da, bazı bitkilerin özellikle tohumlarının çimlenmesi veya fide devrelerinde tuzluluğa karşı oldukça hassas olmalarıdır. Bu gibi durumlarda tohum yatağı veya yastıkların daha az tuz toplayabilen kısımları seçilmeli, tohum ya da fide bu kısımlara ekilmeli veya dikilmelidir (Bayraklı, 1998).

Toprak suyu tuzluluğunun bitki gelişmesi üzerindeki zararlı etkileri; yavaş ve yetersiz çimlenme, fizyolojik kuraklık, solma ve kuruma, bodurluk, küçük yapraklar, kısa gövde ve dallar, mavimsi yeşil yapraklar, çiçeklenmenin gecikmesi, daha az çiçek açma ve tohumların daha küçük olması, tuza dayanıklı yabancı otların gelişmesi olarak özetlenebilir (Ekmekçi vd., 2005).

Tuzluluğun tüm bitkiler için yarayışlı suyu azaltma etkisi benzer olmasına karşın her bitkinin tuzluluktan etkilenme düzeyinin aynı olduğu söylenemez. Bazı türler topraktan suyu daha kolay alır ve absorbe ederler, tuzluluğa karşı daha dirençlidirler. Kesin bir yargı olmasa da, bitkiler tuzluluğa gösterdikler, tepki bakımından “Halofit (Halophytes)” ve “Glikofitler (Glycophytes)” olmak üzere iki ana grup altında incelenmektedir. Halofit bitkiler, yüksek tuz içeriğine sahip toprak ve su koşullarında kolaylıkla yetişebilen bitkilerdir ve tuz dengesini

düzenleyebilirler. Bitki hücrelerinde, herhangi bir zararlanma etkisi olmaksızın tuzları bünyelerinde depolarlar. Tuza direnç gösteren bu bitkiler, tuzları hücrelerinde tutarak Na ve Cl iyonlarının alımını azaltarak, kök sisteminde biriktirebilirler (Wahome, 2003). Glikofit grubuna giren türler ise tuzluluğa duyarlı bitkilerdir. Su ve toprak içeriğindeki çözünebilir tuz konsantrasyonu belli bir düzeyin üzerine çıkınca bitkilerde geri dönüşü olmayan zararlar meydana gelir. Birçok glikofit grubu bitki ozmotik düzenleme yapmasına karşın bu düzenleme halofitlerden farklıdır (Grattan, 1993; Poljakoff-Mayber and Lerner, 1993; Akat, 2008).

Bitkilerin tuza dayanımları, iklim koşulları, toprağın nem durumu, tuz çeşidi ve ortamdaki diğer tuzlara göre oldukça farklılık göstermektedir. Bitkilerin tuza olan toleranslarının göstergesi kök bölgesindeki eriyebilir tuzların belli seviyesi için tahmin edilen verim azalmasıdır. Bu verim tuzsuz koşullar altında elde edilen verimle kıyaslanır. Böylece oransal verimler elde edilir. Toprak saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği ile oransal verim arasındaki ilişki, tuza duyarlı (0-4 dS/m), orta dayanıklı (4-8 dS/m) ve çok dayanıklı bitkiler (8-16 dS/m) olarak verilmektedir (Ekmekçi vd., 2005). Bitkilerde tuz toleransının belirlenmesinde, bitkide tuz zararının başladığı eşik değeri ve bu değer üzerinde artan birim EC'ye karşılık, verimde meydana gelen oransal azalma (%) bilinmelidir. Eşik değeri üzerindeki konsantrasyonlarda bitkilerin tolerans eşikleri ve büyümedeki azalma oranları farklı bitki türlerine göre oldukça değişmektedir. Tuz eşik değerinin hesaplanmasında kullanılan modelde, verim azalmasının söz konusu olmadığı durumda maksimum izin verilebilir tuzluluk ve eğrinin eğimi olarak kabul edilen tuz eşik değeri üzerindeki her bir birim tuz artışına karşın verimde meydana gelen azalma yüzdesi olmak üzere iki parametre geçerlidir. Buna göre tuzlu koşullarda bitki veriminin hesaplanmasında aşağıda verilen matematiksel eşitlikten yararlanılmaktadır (Maas and Hoffman, 1977; Grattan and Hanson, 1993; Katerji et al., 2003).

$$Y = 100 - b (EC_e - a)$$

Eşitlikte; Y: Oransal verimi (%), a: Tuz eşik değerini (dS/m) veya verimin azalmasının söz konusu olmadığı durumda (% 100) kök bölgesindeki maksimum tuz içeriğini, b: Doğrunun eğimini (birim tuz artışına karşılık gelen verim azalması), EC_e : Ortalama kök bölgesi ortamı tuzluluğunu (dS/m) ifade etmektedir.

Kimyasal olarak tuz bileşiminde olan gübrelerin toprağa her yıl değişen ve artan oranlarda uygulanması toprak tuzluluğunu arttırmakta ve böylece ürün verimi de azalmaktadır. Gübrelerin yüksek tuz kapsamları iyi hesaplanmadığı takdirde maksimum verim sağlanmasının yanı sıra mevcut verimde de ciddi azalmalara neden olabilmektedir. Uygulanan gübre miktarlarının dozlarının artışı EC değerlerinde de paralel olarak bir artış sağlamaktadır. Mineral gübrelerin tuz indeksi sodyum nitrat gübresinin tuz indeksiyle karşılaştırmak sureti ile belirlenir. Bunun için belirli aralıktaki mineral gübrenin toprak çözeltisinde oluşturduğu ozmotik basınç, aynı ağırlıktaki sodyum nitratın oluşturduğu ozmotik basınca olan % değeri ile karşılaştırarak hesaplanır. Bileşimlerinde sülfat ve nitrat bulunduran gübrelerin, tuz potansiyellerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneğin amonyum sülfat ve magnezyum sülfat gübreleri yaygın olarak kullanılan gübreler içerisinde 2.90 ve 2.70 dS/m EC değeri ile bu yönden en yüksek değerlere sahiptirler. Kimyasal gübrelerin yanında organik gübrelerin tuz içerikleri de tuzluluk riskinin artmasını sağlayabilecek etkenlerdendir. Organik gübrelerin yüksek tuz içerikleri kimyasal gübreler ve tuzlu sularla birlikte toprak tuzluluğunun istenmeyen boyutlara ulaşmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca organik gübrelerin biriktirildiği alanlardan oluşabilecek sızıntıların yer altı sularına ulaşması da suların tuz kapsamını arttıracaktır. Organik gübrelerden özellikle tavuk gübresi yüksek tuz içeriklerine sahip gübre olarak bilinmekle birlikte organik gübrelerin tuz içerikleri değişkenlik göstermektedir. Organik gübrelerdeki yüksek tuz konsantrasyonu organik gübrelerin toprağa uygulanan miktarlarının az olması nedeniyle tek başına problem oluşturmayabilir. Ancak kimyasal gübrelerle birlikte kullanılması, çözünebilir tuz içeriğini arttıracığından zararlanma boyutu artış gösterecektir. Tuzluluk ve gübreleme arasında da pozitif bir ilişki söz konusudur. Gübre konsantrasyonunun artışı toprak tuzluluğunun da artışına neden olmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonu bitkilerin verim ve kalitelerinde azalmaya neden olmakla birlikte toprağın fiziksel yapısında da önemli zararların oluşmasını sağlamaktadır. Gübrelemeden kaynaklanan toprak tuzluluğunun önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması ve uygulanması, yetiştiricilikten optimum verim ve gelir elde etmede zorunluluk olarak görünmektedir (Sönmez ve Sönmez, 2007).

Bitki büyümesindeki gerileme çözünebilir tuzların toplam konsantrasyonu veya toprak suyu ozmotik potansiyeli ile doğrudan ilişkilidir. Sınırlar içerisinde, tuzların farklı bileşimlerindeki eş ozmotik konsantrasyonları, bitki büyümesinde hemen hemen eşit azalmalara neden olmaktadır. Diğer yandan tek bir tuz veya yüksek iyon oranları özel iyon etkisinin, yani iyon toksitesi veya besin maddesi dengesizliklerinin olası nedeni gibi görünmektedir. Bazı araştırmacılar, tuzlu

toprakların genellikle değişik tuzların karışımlarından oluştukları için özel iyon etkilerinin minimum düzeyde kaldığı, buna karşılık ozmotik etkilerin daha baskın olduğu yönünde bir genelleme yapmışlardır. Bu genellemede bazı istisnalar bulunmaktadır. Çünkü tuzluluğun neden olduğu ozmotik ve özel iyon etkilerinin verim üzerindeki ayrı ayrı paylarına ilişkin rakamsal bir değer verip ayırımını yapmak oldukça güçtür (Grattan, 1993).

Toprak tuzluluğunun artışına neden olan sulama suyundaki tuzluluğun değerlendirmesinde, suda yoğun olarak bulunan anyon ve katyonların belirlenmesi oldukça önemlidir. Suyun içerdii en önemli katyon ve anyonlardan olan Na, HCO_3 ve Cl çok ciddi sorunlara neden olabilmektedir. Bununla birlikte, sudaki HCO_3 anyonundan kaynaklanan tuzluluğun meydana getirdii zarar Cl anyonunun meydana getirdii zarardan daha düşüktür (Hannah, 1998).

Sulama suyundaki iyonların bitki gelişimini sınırlamayacak şekilde kabul edilebilir konsantrasyonları, bitki ve yetiştirme ortamına göre değişen drene olan çözelti miktarına bağlıdır (Sonneveld, 2001). Genellikle bitkilerin Na alınımları Cl alınımlarına göre daha düşüktür. Sebze ve çiçekler için 10 mmol/l NaCl konsantrasyonunda dışarı atılan Na ve Cl iyonu konsantrasyonları sırasıyla, 0.0 ve 1.5, 0.2 ve 2.4 mmol/l'dir. Bu nedenle çoğu bitkiye göre alınımları düşük olan bu tip iyonların, özellikle NaCl'den kaynaklanan tuzluluk durumunda öncelikle Na iyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Başlangıçta sulama suyunun içermiş olduğu herhangi bir iyon konsantrasyonunun bitki tarafından alınan konsantrasyondan yüksek olması durumunda bitki kök bölgesinde tuz birikimi ortaya çıkar. Bundan sonra kök bölgesi ortamından drene olan bu çözelti tekrar kullanılmayıp kısmen veya tamamen sistemden uzaklaştırılmalıdır. Çoğu zaman bitkilere uygulanan sulama suyunun Na ve Cl iyon konsantrasyonları oldukça yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, drenajla ortamdaki uzaklaşan NaCl miktarının belirlenmesi gerekmektedir (Savvas, 2002).

Tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri; nem, sıcaklık, sulama, gübreleme, hava kirliliği ve ışık yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bitkiler, büyüme ve gelişme evrelerinde maruz kaldıkları tuzun çeşit ve miktarına bağlı olarak tuzluluktan farklı şekilde etkilenmektedirler. Tuz stresinin bitkilerde yarattığı bu farklılıklar; kök, gövde ve sürgün uzunluğunda, yaprak alanı ve sayısında bitki yaş ve kuru ağırlıklarında, klorofil miktarında ve verimde azalma; meyve kalitesi ve renklerinde bozulma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için, tuza dayanıklı bitki türlerinin tespiti ve bunlara yönelik

ıslah çalışmaları yapılmaya başlanmıştır (Tepe vd., 2011). Tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök gelişimi ve gövde uzaması gibi faaliyetlerde gerileme görülmektedir. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları azaldığı gibi boyları da kontrol konusuna göre küçük kalmaktadır. Yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi olumsuz etkilenmektedir. Tuz stresinin bu sonuçları uzun dönemde ortaya çıkan sorunlardır. Stres altındaki bitkilerin sürgün ve köklerinde kuru madde ve yaş ağırlıklarında da önemli ölçüde azalmalar olmaktadır (Irshad et al., 2002). Abiyotik stres faktörleri, bitkilerde morfolojik, anatomik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde pek çok değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle tuz stresi, bitkinin büyüme ve gelişiminin yanı sıra bitki üretkenliği ve verimliliğini önemli derecede etkilemektedir. Büyük oranda ürün kaybına neden olması dolayısıyla tuz stresi, her yıl çok büyük ekonomik zarara da neden olmaktadır. Tuz stresi, bitkilerin makro, hücrenel ve moleküler düzeyinde bir dizi değişimlere sebep olmaktadır. Tuzluluk, bitki hücrelerinin su ve iyon içeriklerini etkilemekte, kloroplast yapısını bozmakta, fotosentetik pigment, protein ile karbonhidrat içeriğini değiştirmekte, fotosentez ve biyosentez reaksiyonları ile antioksidan enzimler ve ozmolitlerin sentezini etkilemekte, köklerden su ile beraber iyonların alımının ve yapraklara taşınmasının kontrolü, stoplazmik yapılara ve hücrenel membranlara zarar vermektedir. Bitkiler tuz stresinin bu çoklu etkilerine karşı karmaşık biyokimyasal ve moleküler mekanizmaları devreye sokmaktadırlar. Bu mekanizmalar ile sağlanan tuz toleransı sayesinde hem hücrenel yapılar korunmakta hem de hücrenel fonksiyonlar sağlıklı şekilde devam ettirilmektedir. Bitkilerde tuz toleransını saylayan mekanizmalar farklı şekillerde özetlenebilir. İyonların dışarıda tutulması, seçici olarak alınması ve hücrenel kompartımanlarda biriktirilmesi, SOS yolunun aktifleştirilmesi sonucunda iyon dengesinin sağlanması, ozmolitlerin ve antioksidan enzimlerin sentezinin arttırılması, endojen bitki hormonlarının sentezinin teşviki, sinyal transdüksiyon ve fotosentetik yolun değişimi, hücrenel membranların yapısının değişimi, fonksiyonel ve düzenleyici proteinlerin sentezi, tuz toleransı ile ilgili genlerin aktifleştirilmesidir (Yılmaz vd., 2011).

Doğada yaygın olarak bulunan tuz formu NaCl'n bitki gelişimi üzerinde zararlı etkileri vardır. Genellikle yüksek konsantrasyonda bulunan Na ve Cl iyonları, yüksek tuzluluk düzeyi olarak değerlendirilmektedir. Toprak tuzluluğunun yüksek olması; bitkilerde çoğu zaman bu tuzluluğa neden olarak görülen Na düzeyinin durumuna bağlı olarak su alımının azalmasına, besin maddesi dengesizliğine ve toksik element birikimine neden olabilmektedir

(Grattan and Grieve, 1994). Bitkilerde tuzluluk nedeniyle ortaya çıkan su eksikliğinin ilk belirtisi, bitki su potansiyeli ve bitki oransal su içeriğindeki azalmadır. Buna bağlı olarak gözle görülür ilk etkiler yapraklarda canlılık kaybı ve bunun ardından gözlenen solgunluktur (Chopra and Sinha, 1991).

Bitki kısımlarının kimyasal analizleri, bitkilerin gübre ihtiyaçlarını belirlemek için kullanılmaktadır. Yarayışlı besin elementlerinin kök bölgesindeki yüksek tuz konsantrasyonu, optimum koşullarda kıyaslandığında bitki dokularında bazı elementlerin yüksek veya düşük miktarlarda bulunmalarına sebep olmaktadır. Katyonlar: Bazı katyonların varlığı bitkiler tarafından diğer katyonların alımını etkilemektedir. Örneğin; K ve Ca arasında veya Mg ve Na arasında antagonistik bir etki bulunmaktadır. Bu etkiler, bitkide beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Besin ortamında yüksek CaCl_2 konsantrasyonu bitki dokularında K ve Mg seviyelerinin azalmasına; Ca konsantrasyonunun da artmasına sebep olmaktadır. Bunun aksine KCl ilavesi bitki dokularında Ca ve Mg'un azalmasına neden olurken, K içeriğinin artmasını sağlamaktadır. Anyonlar: Bitki dokusundaki Cl seviyesi ile besin çözeltisindeki NO_3 konsantrasyonu arasında da antagonizm söz konusudur. Besin çözeltisinde Cl konsantrasyonundaki artışın domates bitkisinin dokularında NO_3 içeriğinde azalmaya neden olduğu ifade edilmektedir. Katyon-Anyon Dengesi: Besin çözeltisinin iyon bileşimi bitki dokularındaki katyon ve anyonların toplam konsantrasyonu arasındaki dengeyi etkilemektedir. Yüksek katyon-anyon dengesi, katyonların bitki dokularındaki organik anyonların konsantrasyonları ile dengelendiği için, kuru madde üretimi ile ilişkilidir. C-A değeri Cl konsantrasyonu arttıkça azalmaktadır (Kafkafi et al., 1982). Orta derecede tuzlu topraklarda N gübrelemesiyle elde edilen yüksek verim, Cl'un yerine NO_3 'ın geçmesiyle C-A dengesindeki değişimden dolayı meydana gelmektedir (Sönmez ve Sönmez, 2007).

Tuzlulukla beraber ortaya çıkan beslenme bozuklukları, bitkinin gelişimini, verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Domateste tuzluluğun neden olduğu çiçek burnu çürüklüğü, çeşitli meyve bitkilerinde Na ve Cl zararları, yapraktaki Cl seviyesi kuru maddenin % 1'ini aştığında oluşan yanma belirtileri bu olumsuzlukların bazılarıdır. Tuzluluk, yapraklarda protein sentezinin azalmasına neden olmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonuna kısa süre maruz kalan bitkilerde su noksanlığı daha baskın iken, uzun süre maruz kalan bitkilerde su noksanlığına ek olarak iyon toksisitesi söz konusudur. Bitkilerin tuz toleransları fizyolojik yapılarının farklılıklarından dolayı değişiklik

göstermektedir. Tarla bitkilerinin tuz toleransları diğerlerine göre daha yüksek görülmektedir. Kesme çiçeklerde sardunya, açelya ve zambak düşük toleranslı iken ($EC < 2.0$ dS/m); karanfil, krizantem orta düzeyde toleranslı ($EC: 2.0-3.0$ dS/m) ve gül yüksek toleranslıdır ($EC: 3.0-4.0$ dS/m) (Sönmez ve Sönmez, 2007).

Sera koşullarında yapılan bir çalışmada, artan toprak tuzluluğunun verimde önemli bir azalmaya sebep olduğu, düşük EC değerlerine sahip sularla yapılan sulamaların verim üzerine pozitif bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde tuzluluğun verimde azalmaya neden olduğu bazı sebzelerle yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Örneğin domates bitkisinde toprağın EC değerinin 2.5 dS/m'den 3.5 dS/m'ye çıkması üründe % 10, 5 dS/m'ye çıkması % 25, ve 7.6 dS/m'ye çıkması % 50 oranında azalmaya neden olmuştur. Artan gübreleme uygulamaları toprak tuzluluğunu arttırmakta, ürün verimini azaltmaktadır. Bunun yanında tuzlu toprak koşullarında ortama fosfor ilavesi domates bitkisinde verimi arttırmıştır (Cerdea and Bingham, 1978; Sönmez ve Sönmez, 2007).

Örtü altı tuzlu koşullarda yetiştirilen *Limonium sinuatum* bitkisinde bazı stres parametreleri (yaprak oransal nem içeriği, klorofil, karotenoid, prolin ve lipid peroksidaz) üzerine kalsiyumun etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada ise, örtü altı tuzlu toprak koşullarında bitkinin yetiştiriciliğinde 20 mM ve 30 mM kalsiyum uygulamalarının tuzun olumsuz etkisini azalttığı saptanmıştır. Tuzlu ortamda kalsiyum uygulamaları yaprak oransal nem ve karotenoid içeriklerinde tuzun olumsuz etkisini hafifletmiştir. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil değerleri 20 mM kalsiyum dozunda % 1 düzeyinde olumlu etki göstermiştir. Prolin değerlerine bakıldığında ise kalsiyumun en yüksek dozu olan 30 mM kalsiyum uygulaması prolin içeriğini % 60'a varan değerde azaltmıştır. Aynı durum malondialdehid (MDA) içeriği açısından da gözlenmiş ve MDA içeriklerinde önemli düzeyde gerilemeler saptanmıştır. Çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve kalınlığı değerlerine bakıldığında ise çok önemli olmasa da 20 mM kalsiyum dozu uygulamasının olumlu etkileri belirlenmiştir (Akat ve Özzambak, 2013).

Sera ve açık alanda kışlık buğdayın su-tuz-verim ilişkileri ile bitkinin tuza dayanım düzeyleri ve bitki organlarındaki tuz dağılımlarının belirlenmesi amacıyla, 2009 ve 2010 yetiştirme dönemlerinde yürütülen çalışmada farklı nitelikteki sulama sularının buğdayda kuru madde, yaprak alan indeksi (LAI), yaprak su potansiyeli (LWP) ve verimi etkilediği saptanmıştır. Sulama suyu

tuzluluğu arttıkça bitki su tüketimi ve verim azalmıştır. Uygulanan tuzlu sulama suyunun toprakta tuz birikimine neden olduğu ve yüksek derişimdeki tuzun toprağın bazı fiziksel özelliklerini (tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı gibi) etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, tuzlu su uygulanması sonucu en fazla tuzun yaprak yüzünde ve içerisinde tutulduğu saptanmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla sulama suyu kullanma randımanının (IWUE) azaldığı ancak toplam su kullanma randımanının (WUE) yükseldiği belirlenmiştir. Tuzluluk eşik değeri her iki deneme yılı verileri kullanılarak 5.107 dS/m olarak hesaplanmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi ile uygulanan tuzlu sulama koşullarında bitkisel verimin, daha küçük tuzluluk düzeylerinden etkilendiği saptanmıştır. Sera koşullarında yapılan tuzlu su çalışmalarında verim tepki etmeninin (ky), ortamın iklim özelliklerinden ve toprak tuzluluğundan etkilendiği ve çalışma sonunda yüksek ky değerlerinin (1.46) belirlendiği saptanmıştır. 22 adet arpa genotipinin tuza dayanımlarını belirlemek amacıyla yapılan saksı denemesinde, 5 farklı NaCl eriyiği (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) kullanılarak çıkış ve fide gelişimi incelenmiştir. İncelenen öğelerden çıkış oranı, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve tuza dayanım indeksinin artan NaCl miktarları ile azaldığı, buna karşılık sürgün/kök oranının arttığı belirlenmiştir (Taslak vd., 2007).

Sert kabuklu bitkilerin ve meyve ağaçlarının toksik düzeylerde Na ve Cl iyonu biriktirmeleri sonucunda, yaprak yanıklıkları, nekrozlar ve yaprak dökülmeleri meydana gelmektedir. Bazı otsu bitkiler ve soya fasulyesi iyon toksisitesine duyarlı olmakla birlikte; süs bitkileri, ağaç ve çiçek türü bitkilerin de tuzluluk sebebiyle gelişimlerinin olumsuz yönde etkilendiği bildirilmektedir (Francois and Maas, 1994).

Değişik tuzluluk (NaCl, CaCl₂, MgCl₂) düzeylerindeki sulama sularının soya fasulyesinin verimine etkisinin araştırıldığı iki yıllık tarla denemelerinde, bitkiler EC'si 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m olan sulama suları ile sulanmış ve sonuçta 5.0 dS/m tuzluluk düzeyinde tane veriminin birinci yıl % 79.8, ikinci yıl % 62.3 oranında düştüğü belirtilmiştir. Yine aynı tuzluluk düzeyinde bitki su tüketiminin % 5-10 kadar azaldığı, sulama suyunun EC'sinin 1.5 ve 2.5 dS/m olduğunda verimin en yüksek olduğu, daha yüksek veya daha düşük tuzluluk düzeylerinde ise verimin olumsuz olarak etkilendiği saptanmıştır (Güngör ve Yurtseven, 1991). Sulama suyu tuzluluğunun soya bitkisinin kimyasal bileşimi üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada, dört farklı nitelikte sulama suyu (0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m) ve üç farklı yıkama oranı (% 0, % 25 ve % 50) kullanılmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun, soya verimini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır.

Tuzluluğun artması tane verimini azaltmıştır. Yıkama oranlarının verim üzerine etkisi, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Güngör vd., 1993).

Farklı tuz dozları (1.2, 11.2 ve 24.9 dS/m) ile fasulye, bezelye ve buğday bitkileri kullanılarak tuzluluğun bu bitkiler üzerindeki etkileri incelendiğinde; artan tuz konsantrasyonlarının tüm bitkilerde çimlenme oranını azalttığı, ilk gelişme döneminde bezelyede bitki ölümlerinin gerçekleştiği, biomas ağırlığının azaldığı ve verimde % 40 oranında azalmalar olduğu, bu bitkiler arasında buğdayın tuzluluğa bezelye ve fasulyeden daha toleranslı olduğu belirlenmiştir (Steppuhn et al., 2001).

Farklı NaCl konsantrasyonlarının (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 dS/m) bazı silajlık sorgum çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla, silajlık sorgum tohumları 9 cm çapındaki petrilere her bir petride on adet tohum olacak şekilde ekilmişler ve tohumlara 0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS/m konsantrasyonlarında NaCl uygulanmıştır. Tohum ekiminden on beş gün sonra çeşitlerin çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu ile kök ve sürgün kuru ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Çeşitlerin NaCl konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Tüm çeşitlerde NaCl konsantrasyonları arttıkça çimlenme oranı ve erken fide dönemi özellik değerlerinin azaldığı saptanmıştır (Aydınşakir vd., 2012).

Farklı su ve tuzluluk stresinin mürdümük bitkisinin büyüme, gelişme, verim ve su tüketimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla serada, sulama rejimi ve tuzluluk olmak üzere iki kısımdan oluşan bir denemede, tuzluluk kısmında bitkiler beş farklı sulama suyu tuzluluğuna ($T_0=0.65$, $T_1=2.0$, $T_2=4.0$, $T_3=6.0$ ve $T_4=8.0$ dS/m) tabi tutulmuştur. Sulama rejimi kısmında ise S_0 , S_1 , S_2 ve S_3 konularına tüketilen suyun sırasıyla % 125'i, % 100'ü, % 75'i ve % 50'si uygulanmıştır. Her konu için ayrılan sekiz saksının yarısında mürdümük yeşil ot aşamasında diğer yarısı ise tohum aşamasında hasat edilmiştir. Bitki su tüketimi saksıların tartımı yoluyla belirlenmiştir. Tesadüf parselleri deseninde yürütülen denemede her konu dört kez tekrarlanmıştır. Tuzluluğu 2 dS/m'den daha düşük sular, bitki verimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Kuru ot veriminin 3.06 dS/m eşik toprak tuzluluğundan sonra % 8.24 oranında azaldığı, tohum veriminin ise 2.78 dS/m eşik tuzluluğundan sonra % 10.3 oranında verim kaybettiği belirlenmiştir. Artan tuzlulukla birlikte bitki su tüketimi önemli şekilde azalmıştır. Tohum verimi açısından su kullanma etkinliğinin önemli derecede düşmesi nedeniyle özellikle suyun kısıtlı olduğu yerlerde mürdümüğün kaba yem ihtiyacının giderilmesi için yetiştirilmesi önerilmektedir (Safi vd., 2013).

Öz ve Karasu (2007), on iki pamuk çeşidi ve beş farklı tuz yoğunluğu (Kontrol, 4, 8, 12 ve 16 mMhos/cm NaCl) kullanarak dört tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre bir tuzluluk denemesi yapmışlardır. Delinte pamuk tohumları 17 cm çapında ve 15 cm derinliğindeki saksılara 25'er adet olmak üzere yerleştirilmiştir. Ekimi takiben saksılar değişik oranlarda tuz içeren su ile sulanmışlardır. İkinci sulama ekimden iki gün, üçüncü sulama ise beş gün sonra yapılmış ve başka sulama yapılmamıştır. Gerek kontrol gerekse de diğer çözeltilerin hazırlanmasında pH'sı 7 olan saf su kullanılmıştır. Ekimden on gün sonra sayım ve ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Denemede çimlenme oranı, yaş kök ağırlığı, yaş sürgün ağırlığı, yaş kök uzunluğu ve yaş sürgün uzunluğu değerleri saptanmıştır. İncelenen tüm karakterlerde artan tuz yoğunluğunun etkisi olumsuz yönde önemli çıkmıştır.

Bazı nohut çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi amacıyla yürütülen denemede ise beş nohut çeşidi kullanılmıştır. Tuzlu koşullar oluşturmak amacıyla, 2 kg toprak alan saksılara 0 (Kontrol) ve 60 mM NaCl uygulanmıştır. Temel gübreleme amacıyla her saksıya 100 mg/kg N (NH_4NO_3), 50 mg/kg P ve 63 mg/kg K (KH_2PO_4) verilmiştir. Elde edilen araştırma sonuçlarına göre bitki boyu, kök uzunluğu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından kontrol grubu bitkilerinde daha yüksek değerler belirlenmiştir. Na içeriği bakımından bitkinin toprak üstü aksamı ve kökte tuz uygulamasında daha yüksek sonuçlar alınmıştır. Bitkide K, kontrol gurubunda, kökte ise tuz uygulamasında daha yüksek çıkmıştır. Cl bakımından ise, Na'da olduğu gibi bitkinin her iki kısmında da tuz uygulamasında daha yüksek veriler elde edilmiştir (Karakullukçu ve Adak, 2008).

Silajlık sorgum çeşitlerinde sulama suyu tuzluluklarının bitki verimi ve kalitesiyle toprak tuzlulaşması üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla serada, beş sulama suyu tuzluluğu (0.29, 3, 6, 9 ve 12 dS/m) ve iki sorgum çeşidi, üç tekrarlamalı olarak, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzeyde ele alınmıştır. Tuzluluğun artması ile bitki boyu kısalmış, yeşil ve kuru ot verimi azalmış, ham protein oranında da düşme meydana gelmiştir. Ayrıca sulama suyu tuzluluğun artışına bağlı olarak toprak tuzluluğu artış göstermiştir (Parlak ve Özaslan Parlak, 2006).

Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) kalsiyum, potasyum ve magnezyumun etkileri

incelendiğinde; mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yapmış, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafifletmiştir. Prolin oranı tuz uygulamasıyla beraber artmıştır. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş ancak besin çözeltisine ilave edilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır. NaCl uygulaması, yapraklarda kontrol grubuna göre % EC değerini arttırırken, % RWC değerini azaltmıştır. Yine tuz uygulamalarıyla beraber yaprakların prolin içeriği de artmıştır. Toplam klorofil ve karotenoid miktarları ise tuz uygulamalarıyla azalmıştır. Tuz uygulaması, kuru ağırlık, bitki boyu ve gövde çapını olumsuz etkilemiştir. Tuz uygulaması yapraklardaki makro elementleri genelde olumsuz etkilemiş, ancak besin çözeltisine ilave olarak verilen Ca, Mg ve K'lı bileşikler ile yaprak ve köklerde N, P, Ca, K ve Mg içeriklerinde genellikle artış saptanmıştır (Yakıt ve Tuna, 2006).

Tuzluluk sorununun söz konusu olduğu durumlarda, her zaman tuzluluk sorununu takiben geçirgenlik/kaymak tabakası oluşumu veya toksite/besin maddesi dengesizliği sorunlarının hemen ortaya çıkması söz konusu olmayabilir. Bu iki koşuldan ikincisi nedeniyle oluşan aşırı tuzluluğun etkisi, yıkama ve drenajla azaltılabilmektedir. Eğer tuzluluk söz konusu değilse, geçirgenlik ve kaymak tabakası oluşumu, toksite/besin maddesi sorunlarını takiben daha ilerleyen dönemde ortaya çıkabilir. Yıkamadan sonra, tuzluluğun etkisinde ortaya çıkan toksite veya geçirgenlik sorunları dikkate alınmamış olabilir. Çünkü toprak tuzluluğu, sulama suyu tuzluluğundan ve yıkama oranından etkilenmektedir. Bitki kök bölgesi ortamının tuzluluğu, sulama suyuna ek olarak verilen yıkama suyu ile belirli sınırlar içinde tutulmaktadır. Yıkama oranının bitki verimini arttırıcı etkileri, bitkilerin toprak ve sulama suyu tuzluluğuna karşı göstermiş oldukları toleransa bağlıdır. Bitkilere uygulanan tuz içeriği yüksek sulama suyu nedeni ile ortalama bitki kök bölgesi tuzluluğu; düşük yıkama oranı koşullarında artmakta, yüksek yıkama oranı koşullarında ise azalmaktadır (Hanson, 1993). Yıkama ihtiyacı, toprak tuzluluğunu bitki kök bölgesi derinliğinde ve bitkilere zarar vermeyecek düzeyde tutmak için verilmesi gereken sulama suyunun bir kısmı olarak tanımlanmaktadır. Yıkama gereksiniminin hesaplanması için hem sulama suyunun tuz konsantrasyonunun hem de bitkinin tuz dayanım sınırının bilinmesi gerekir (Kanber vd., 1992).

Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini sulama, drenaj, toprak özellikleri, fiziksel yapı ve iklim gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir. Günümüzde tuzlu-alkali alanlarda özel önlemler alınarak üretim yapabilmeyin olanakları araştırılmalıdır. Pahalı yatırımları gerektiren büyük boyutlu drenaj sistemleri yerine, üreticinin kolaylıkla uygulayabileceği daha basit drenaj sistemlerine gidilmelidir. Tuza dayanıklı yeni bitki tür ve çeşitlerinin eldesi için biyoteknolojik çalışmalar özendirilmelidir. Halofit bitkilerin kullanım alanları konusunda bilimsel çalışmalar hızlandırılmalı, özendirilmeli; böylece anılan bitkilerin tuzlu alanlarda üretilmeleri sağlanmalıdır. Aşırı sulamanın önüne geçilmesi konusunda, su ücretlerinin belirlenmesinde bitki-alan yerine, su miktarını esas alan yaklaşıma bir an önce geçilmelidir. Drenaj kanallarından sulama yapmanın önüne geçmek için gerekli önlemler alınmalıdır (Kanber vd., 2005).

Bitkisel retimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuzluluk, dünyada sulanabilir alanların % 20'sini, tarım arazilerinin ise % 6'sını etkilemiş durumdadır. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki yirmi beş yıl içerisinde % 30'unun, 21. yüzyılın ortalarında ise % 50'sinin tahrip olabileceği bildirilmektedir. Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorrlar, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu NaCl'dr. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörler; kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alımının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na ve Cl iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, besin maddelerinin alımını ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K ve kısmen Ca eksikliklerinin ortaya çıkması şeklinde sıralanabilmektedir (Kuşvuran, 2011).

Bitkilerin sulanmasında kullanılacak suyun sulamaya uygunluğu; sulama suyunun kalitesi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliği, bitkinin çeşidi, tarlanın drenaj yeterliliği ve sulama yöntemi ile yakından ilgilidir. Sulama suyunun kalitesi, içinde erimiş halde bulunan tuzların konsantrasyonuyla belirlenir. Sulama suyu kalitesi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, bitkinin tuza dayanım hassasiyetine, iklim şartlarına ve uygulanacak sulama yöntemi ile su miktarına bağlı olarak, bitki ve toprak üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olmaktadır (İşcan vd., 2001).

Sulama suyu özellikleri onun niteliğini tanımlamakla birlikte alındığı su kaynağına göre farklılık göstermektedir. Su özellikleri ayrıca iklim ve jeolojik yapıya göre de bölgeden bölgeye değişir. Suyun sağlandığı konumun yer altı ve yer üstü kaynağı olması, su niteliğini önemli ölçüde etkilediği gibi alındığı jeolojik yapıların özellikleri de suyun kimyasal içeriklerini etkiler. Sulama suyu niteliğini birçok unsurun birleşik etkisi belirlemektedir. Bunlar; pH, alkalilik, karbonat ve bikarbonatlar, çözünebilir tuzlar, sertlik, makro ve mikro besin elementleridir. Sulama suyu niteliğinin değerlendirilebilmesi için, bitki büyümesi açısından önemli özelliklerinin ve kabul edilebilir düzeylerinin veya konsantrasyonlarının bilinmesi gerekir (Will and Faust, 1999).

Genellikle sulama sularında pH değerinin 6.5-8.0 arasında olması istenir. Sulama sularının optimum pH değeri yetiştirilecek bitkinin cinsine, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır (Ayyıldız, 1990).

Sulama suyundaki tuzlar genellikle; Na, K, Ca, Mg katyonları ile CO_3 , HCO_3 , Cl, SO_4 anyonlarının meydana getirdiği tuzlardan oluşur. Sulama suyunda bulunan katyonların en önemlisi sodyum, anyonların ise bikarbonattır. Her ikisinin birlikte fazla oranda bulunması, zamanla toprakta soda oluşumuna neden olur. Toprakta soda birikmesi değişebilir sodyum oranının artmasına ve toprağın alkalileşmesine yol açar bu ise toprağın fiziksel özelliklerini olumsuz etkileyerek toprak strüktürünü bozar, geçirgenliğini azaltıp havalanmasını önler (Çaçık, 2008).

Tarımsal alanlarda meydana gelen tuzluluk sorunu, daha çok sulama yapılan kurak, yarı kurak bölgelerdeki arazilerde ve seralarda yeterli drenajın sağlanamaması, mono kültür uygulamaları, bilinçsiz su ve gübre kullanımının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Sevgican, 2002).

Bu alanlarda, karşımıza çıkan tuzluluk problemlerinin etkisinin azaltılmasında uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama suyunun tuzluluğunun, uygun yönetim teknikleri ile düzenlenmesi gerekmektedir. Sulama yöntemine bağlı olarak kısıtlı su uygulanmayan koşullarda, sulama verimliliğinin % 100 olmamasından ötürü belli bir düzeyde yıkama da uygulanmaktadır. Bu yıkamanın düzeyi, sulama verimliliğinin düşük olduğu yüzey sulama yöntemleri koşulunda daha da yüksektir. Ancak suyun kıt olduğu koşullara, sulama suyu ile kök bölgesine taşınan tuzlar burada daha kolay birikebilmektedir. Sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak bu biriken düzey artacaktır. Kış yağışlarının yeterli

yıkamayı oluşturmadığı iklim koşulları altındaki alanlarda tuzluluk yıldan yıla artacaktır. Bu nedenle tuzluluk yönetiminde verilecek sulama suyu miktarı, yani yıkama oranı ve sulama suyunun tuzluluk düzeyi, öncelikle bilinmelidir. Verim azalmasına izin vermeyecek düzeyde bir tuzluluk yönetimi uygulaması ancak, sulama suyu tuzluluğu ile su miktarı ilişkisinin, bitki verimi üzerinde oluşturacağı etkinin bilinmesine bağlıdır (Yurtseven ve Baran, 2000).

Sulu tarım, kullanılabilir kalitede yeterli su kaynağına bağımlıdır. İyi kalitede su kaynakları bol ve kolayca elde edilebilir olduğu için su kalitesi sorunu çoğunlukla ihmal edilmiştir. Şimdi birçok alanda bu durum değişmektedir. Bugün artık neredeyse bütün iyi kalitede suların yoğun kullanımları nedeniyle yeni veya destekleyici su sağlanması, daha düşük kaliteli veya daha az istenen su kaynaklarına dayanmaktadır. Bu düşük kaliteli su kaynakları kullanıldığında ortaya çıkabilecek problemlerden sakınmak için yeterli bilgiye sahip olmak ve doğru planlama gerekmektedir (Yurtseven vd., 2012).

Sulama ile amaçlanan verim artışı olmaktadır ancak, sulama amacıyla kullandığımız su kaynaklarının içerdiği tuzlar nedeniyle, bu tarım alanı sulamaya açılmasından itibaren tuzlulaşma sürecine de girmektedir. Sulama suyu kök bölgesinde depolanırken içerisinde barındırdığı erimiş katı maddelerin hemen tamamı da kök bölgesine yığılmaktadır. Suyun tüketilmesi aşamaları sonrasında ise bu iletilen tuzların çok büyük bir kısmı kök bölgesi içerisinde biriktirmektedir. Bu nedenle bir sulama alanında sulama mevsimi boyunca toprak tuz içeriği artmakta, kış periyodunda ise yağışların yıkama etkisi ile azalabilmektedir (Yurtseven ve Güngör, 1990; Yurtseven ve Sönmez, 1996).

Yıkama, sürdürülebilir sulu tarım açısından, eriyebilir tuzların kök bölgesinde birikimini önlemek için mutlak zorunlu bir uygulamadır. Ancak, çoğu alanda, sulama yönteminden kaynaklanan yetersiz sulama verimliliği sonucu, istenmeyen düzeylerde yıkanma oluşabilmektedir. Tuzların kök bölgesinden yıkanmaları demek, drenaj suyunun tuzluluğunun arttırılması demektir. Bu nedenle yıkanma oranının azaltılması yani sulama verimliliğinin arttırılması, her ne kadar kök bölgesinin alt kısımlarındaki tuz konsantrasyonunun artması demek olsa da, drenaj suyu tuz yükünün azaltılması anlamına gelmektedir. Sonuçta sulama yönetimi belirli koşullar altında drenaj suyunun tuzluluğunun da kontrolü anlamına gelmektedir (Oster and Rhoades, 1978).

Sulamada kullanılan suyun kalitesi bitki gelişiminde önemli rol oynar. Suyun kalitesinde içerdiği tuz ve toksik element miktarı etkilidir. Tuz içeriği yüksek olan su ile sulama, hem toprak profilinin çözünebilir tuz içeriğinde, hem de drenaj sularının tuz yükünde bir artışa neden olur. Drenaj suyuna ulaşamayan tuzlar toprakta birikir. Bütün bitkiler tuz içeren iyonların optimum miktarlarına ihtiyaç duyarlar. Ancak bu miktarın artması bitkinin zarar görmesine neden olur (Grismer, 1990).

Günümüz seracılığında mevcut üretim sonucunda sera topraklarının yoğun gübreleme ve kalitesiz sulama suyu kullanımı nedeniyle tuzluluk sorunuyla karşı karşıya olduğu belirtilmektedir (Bahtiyar, 2002).

Sera yetiştiriciliğinde topraklarda tuz yıkaması mümkün olmadığı için biriken tuzlar bitki büyümesini olumsuz etkiler. Suda erir tuzların bulunması bitki kök bölgesinden alınacak suyu sınırlandırdığından, iyi bir büyümenin sağlanması için sulama yapılmalıdır. Tuzlu topraklara normale oranla daha fazla su verilmelidir. Bunun sebebi tuzların yıkanmasının sağlanmasıdır (Öztan, 1962).

Modern sera işletmelerinde genelde topraksız tarım uygulandığından, üretim dönemi boyunca yetiştirilen türe uygun besin çözeltileri kullanılmaktadır. Geleneksel sera işletmelerinde ise üretim toprakta yapılmaktadır. Üreticiler kaliteli organik gübre bulabildiklerinde organik madde içeriğini arttırmak amacı ile taban gübreleme yapmakta, ticari gübrelerin ise başlangıçta belli bir miktarını temel gübreleme şeklinde verdikten sonra, damla sulama sistemi ile fertigasyon (sulama+gübreleme) şeklinde uygulamaktadırlar. Bilinçsiz yapılan gübreleme uygulamaları toprakların veya ortamın elektriksel iletkenlik değerlerini arttırmakta ve suların kirlenmesine neden olmaktadır (Anaç ve Eryüce, 2003).

Seralarda gerçekleştirilen topraksız tarımda topraklı tarıma göre, bitkilerin sulanması ve gübrenmesi bazı farklılıklar göstermektedir. Bu tür yetiştiricilikte, su ve gübrenin besin çözeltisi şeklinde bitkiye birlikte uygulanması ile suyun ve gübrenin daha etkin kullanımı sağlanmalıdır. Ancak, kullanılan yetiştirme ortamlarının çoğu zaman bitki gelişimi için gerekli besin maddelerini içermemesi, gübrenin daha etkin ve kontrollü bir şekilde yapılmasını gerektirmektedir. Bu tür sistemlerde kullanılan besin çözeltisindeki tuz, zamanla bitki kök bölgesi ortamında birikip tuzluluk sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Sonneveld and Voogt, 1983). Besin çözeltisi dışında çözelti hazırlamada kullanılan su çoğu zaman yüksek düzeyde tuz konsantrasyonuna sahiptir. Bu

nedenle, geleneksel tarımla karşılaştırıldığında, topraksız tarımda kullanılan ortam kök hacminin çok küçük olmasına bağlı olarak, kök bölgesi ortamında çok daha hızlı bir tuz birikimi söz konusu olmakta ve bu birikim nedeni ile ciddi tuzluluk sorunları yaşanmaktadır (Sonneveld et al., 2000; Akat, 2008).

Seralarda topraksız yetiştiricilikte kullanılan tekniklerden biri olan autopot kapiler sulama tekniği ile yetiştirme ortamı olarak kaya yününün kullanıldığı açık sistem domates yetiştiriciliği açısından karşılaştırıldığında, açık sistemde uygulanan besin eriyiği miktarı 298 l/bitki olurken kapiler sistemde 94 l/bitki olarak belirlenmiştir. Açık sistemde otuz üç hafta boyunca ortalama % 40 yıkama oranı elde edilmiş ve bunun sonucu olarak ortalama 119 l/bitki drenaj sistem dışına uzaklaştırılmış ve uzaklaşan besin eriyiğinin ortalama elektriksel iletkenliği uygulanan eriyikten 1.2 dS/m daha yüksek olmuştur. Kapiler sistemde ise dönem boyunca atık solüsyon oluşmamış ancak yirmi sekizinci haftaya kadar sistemde saksı tabanında besin eriyiği elektriksel iletkenliği 3.4 dS/m'ye yükselmiştir (McIntyre and McRae, 2005).

Kapiler sistem ile sulanan kabağın kök bölgesinin üst 0-7.5 cm'sindeki tuzluluk değerinin ilkbahar dönemi sonunda sonbahar dönemine göre iki kat daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu sonuç ilkbaharda sera içi solar radyasyon ve sıcaklığın sonbahara göre daha yüksek olmasına bağlanmaktadır (Rouphael and Colla, 2005).

İki farklı cherry domatesinin kapiler sistemle sulandığı bir çalışmada, ortam içindeki besin eriyiği hareketinin evaporasyon ve transpirasyondan etkilendiği ve bu nedenle de tuz birikiminin yetiştirme ortamının üst kısmında meydana geldiği bildirilmektedir. Aynı çalışmada 2, 4 ve 6 dS/m'lik üç farklı besin eriyiği elektriksel iletkenliği seviyesinde saksıların taban kısmındaki elektriksel iletkenlik değerlerinin üst kısımına göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Üst katmandaki tuz birikimi bitkinin ozmotik strese daha az etkilenmesini sağlarken ortamın tekrar kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır. Bununla birlikte, bazal yaprak yapısının da evaporasyonu etkileyerek kapilerite ile tuz taşınımı üzerine olumsuz etki yarattığı ifade edilmektedir. Nitekim bazal yaprakları daha büyük olan çeşitte üst katmandaki elektriksel iletkenlik küçük olan çeşide göre daha düşük bulunmuştur (Elia et al., 2003).

Kapalı sistemler, topraksız yetiştiricilik sistemleri içinde daha yüksek su ve gübre kullanım etkinliği sağlayan, daha fazla teknik bilgi gerektiren çevre dostu

sistemlerdir. Bu sistemler içinde yer alan ve son yıllarda su ve gübre kullanım etkinliği ve çevre koruma önlemlerine olan dikkatin artması nedeniyle tekrar önem kazanan kapiler sistemler ise üretim sezonu içinde gerek atık besin çözeltisinin oluşmaması, gerekse yüksek randımanlar sağlaması nedeniyle umut verici görünmektedir. Bunun yanında sistemin en önemli problemleri olan kök bölgesindeki tuz birikimi, damla sulamanın uygulandığı diğer topraksız tarım sistemleriyle karşılaştırıldığında birim alandan az da olsa daha düşük verim elde edilmesi ve ilk kurulum masraflarının yüksek olabilmesi; sistemin teknik ve ekonomik yönden analizi ile ilgili yeni araştırmaları gerektirmektedir. Bununla birlikte Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkemizde sera içinde daha yüksek sıcaklık ve solar radyasyon değerlerinin görüldüğü ilkbahar yetiştiriciliği, bitki kök bölgesindeki tuz birikimini arttırması nedeniyle daha risklidir. Bu açıdan kapiler sistemler için yetiştiricilik dönemlerine uygun yeni besin eriyiği reçetelerinin geliştirilmesi ve bunların test edilmeleri önem kazanmaktadır (Meriç ve Öztekin, 2008).

Yirmi iki yerli, üç adet yabancı olmak üzere toplam yirmi beş çeşit domates tohumunun deney materyali olarak kullanıldığı çalışmada; tohumlar +25°C'ta 0, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM tuz (NaCl) stresi altında on beş gün çimlenmeye bırakılarak fizyolojik özellikler bakımından bir sınıflandırma yapılmıştır. Tohumlar tuz toleransına en duyarlı olabilecekleri çimlenme devresinde, çimlenme yüzdesi esas alınarak incelenmiştir. Tolerans sınırları içerisinde tuzluluğun çimlenme yüzdesine ne şekilde etki ettiği araştırılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Literatürden tuza dayanıklı olduğu bilinen yabancı genotiplere en çok benzerlik gösteren yerli türler dayanıklı, en çok farklılık gösteren türler ise hassas olarak belirlenmiştir. Domates çeşitlerinde maksimum tuz konsantrasyonu toleranslı genotiplerde 125-150 mM NaCl ortamında, hassas genotiplerde ise 50-75 mM NaCl ortamında belirlenmiştir (Doğan vd., 2008).

Değişik tuzluluktaki sulama sularının, farklı miktarlarda uygulanması halinde, brokolinin verim ve kalitesinde oluşan değişimlerin incelendiği sera denemelerinde, beş tuzluluk (EC= 0.25-Kontrol, 1, 3, 6 ve 9 dS/m) ve üç su miktarı (gereksinilen suyun % 80, % 100, % 120'sinin uygulanması) konusu faktöriyel düzende, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak ele alınmıştır. Bitki verimi olarak yaş ve kuru ağırlık değerleri incelenirken, bitki mineral madde içeriği için toplam kül analizi yapılmıştır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerine sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS/m düzeyinden itibaren önemli azalmalar oluşmuş, sulama suyu

miktardaki artış ise verimi arttırmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken toplam kül içeriklerini arttırmıştır (Yurtseven ve Baran, 2000).

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan tuzlu ve normal suların patlıcan bitkisinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; tuzlu su olarak 5 dS/m ve normal su olarak da 0.25 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanılmıştır. Farklı dönemlerde uygulanan tuzlu suyun; bitki su tüketimini, bitki boyunu, bitki ağırlığını önemli düzeyde azalttığı buna karşılık yaprakların mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek tuzlu su uygulamalarında mutlaka yıkama yapılmasının gerektiği belirtilmiştir (Öztürk, 2002).

Lizimetre koşullarında farklı sulama suyu tuzluluğu ve yıkama oranı uygulamaları altında toprak profilindeki tuzluluğun değişiminin incelendiği bir çalışmada; denemeler üç sulama suyu tuzluluğu (250, 1500 ve 3000 μ S/m) ve dört yıkama oranı (% 10, 20, 35 ve 50) uygulaması ile üç tekrarlamalı olmak üzere toplam 36 lizimetrede, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme biçiminde yürütülmüştür. Toprak örnekleri 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 ve 80-100 cm derinliklerden aylık periyot ile alınmış, toprak tuzlulukları 1:2.5 toprak-su ekstraktında incelenmiştir. Toprak profil tuzlulukları incelendiğinde, ortalama profil tuzluluklarının sulama suyu tuzluluklarına bağlı olarak daha az değişim gösterdiği, buna karşın yıkama hacmindeki artışlara bağlı olarak belirgin seviyede etkilendiği görülmüştür. Ortalama toprak profil tuzlulukları yıkama hacmindeki artışlara bağlı olarak azalmıştır. Aynı zamanda bütün lizimetrelerde, derinlik artışı ile tuzluluk değerlerinin de arttığı görülmektedir. Tuzluluk bileşenlerinden Cl, Na, Ca, Mg içerikleri analiz edilmiş ve klor iyonunun diğer iyonlara oranla profilden daha kolay yıkanabildiği, özellikle Na iyonunun ise profilde değişiminin daha sınırlı düzeyde kaldığı gözlenmiştir (Yurtseven vd., 2012).

Demre Yöresi'nden seçilen yirmi sekiz seradan; 19 Ekim 2001 (I. dönem), 14 Şubat 2002 (II. dönem) ve 20 Haziran 2002'de (III. dönem) olmak üzere üç dönemde, iki derinlikte toplam 168 toprak ve 84 sulama suyu örneği alınmıştır. Alınan toprak ve sulama suyu örneklerinde EC analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Demre Yöresi sera toprakları 0-20 ve 20-40 cm derinliklerde genellikle orta ve fazla tuzlu, sera sulama suyu örnekleri genellikle orta tuzlu (C2) ve fazla tuzlu (C3) sınıflarına girmektedir. Toprak örneklerinin tuz içeriklerinde dönemsel farklılıklar olmakla birlikte sera toprakları tuz bakımından sorunlu görünmektedir. Sera sulama sularının da büyük bir çoğunluğunun tuzluluk

bakımından sorun teşkil edecek nitelikte olduğu belirlenmiştir. Yörede sera yetiştiriciliğinde tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi bir gereklilik olarak görülmektedir. Ayrıca toprak tuzluluğu izlenerek gerekli uygulamalar gerçekleştirilmelidir (Sönmez ve Kaplan, 2004).

Son yıllarda yaşanan küresel ısınmanın etkisiyle meydana gelen düzensiz iklim değişiklikleri abiyotik stres faktörlerinin önemini daha belirgin bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Bu faktörlerden birisi de tuzluluktur. Bitkiler gelişme dönemlerine göre tuz stresine karşı farklı tepkiler vermekte ve bu özellikle verimde azalmalar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bitkilerin tuza karşı reaksiyonlarının fide döneminde saptanması bu nedenle çok önemlidir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Sebzeçilik Bölümü'nde iklim kontrollü seralarda yürütülen denemede, tuzluluğun fide dönemindeki hıyar bitkisi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla NaCl kullanılarak hazırlanan solüsyon (200 mM= 20.50 dS/m) hıyar fidelerine uygulanmıştır. Bitkilerde gözlenen belirtilere göre; Rusya orjinli genotipin fide döneminde tuzluluğa tolerant, Hindistan orjinli genotipin ise tuzluluğa hassas olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamasından 10-15 gün sonra görülen semptomlar kontrollere göre değerlendirilmiştir. Yapılan testler sonucunda fidelerde genel olarak görülen stres semptomları, yaprak kenarlarında kıvrılmalar, lokal sararmalar, nekrozlar ve kurumalar şeklinde olmuştur (Tepe vd., 2008).

Bitkilerin tuz stresine karşı tepkilerini belirlemek ve tuza tolerant bitkiler elde etmek için birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada, sekiz farklı tuz düzeyinin (EC= 2.5 (kontrol); 4.2; 6.0; 7.8; 9.6; 11.4; 13.2; 15.0 dS/m) biomas üretimine, su ilişkisine, yapraklardaki iyon birikimine, yapraklar ve köklerdeki ABA miktarlarına ve stoma dirençlerine olan etkisi incelenmiş ve sonuçta 9.6 dS/m'de kökte, sürgünde ABA seviyesinin yoğun bir şekilde arttığı, yaşlı yapraklardaki Na iyon konsantrasyonunun da farklı oranlarda arttığını belirlemişlerdir (Albino et al., 2006).

Hıyar ve soya fasulyesinde, Na, Ca ve Cl iyonlarının etkisi araştırılmış ve soya bitkisindeki tuz zararına yaprak ve kök hücrelerinde biriken yüksek konsantrasyonda bulunan Cl'un neden olduğu tespit edilmiştir. Hıyar bitkisinde ise, tuz zararının birincil nedeninin, kök ve yaprak hücrelerinin sitoplazmalarındaki Na birikimi olduğu belirtilmektedir. Bu birikimin ise besin solüsyonunda yüksek konsantrasyonda bulunan Ca iyonu ve vokuollerde biriken Cl iyonlarının etkisine bağlı olduğu bildirilmektedir (Dabuxilatu and Motoki, 2005).

Örtü altı hıyar yetiştiriciliğinde tuzluluk değeri 0.1-4.5 dS/m olan tuzlu suları kullanarak bunların sulamadaki etkileri araştırılmış ve sulama suyu tuz konsantrasyonunun yükseltilmesi ile hıyar bitkisinde doğrusal bir verim azalması olduğu belirlenmiştir (Sonneveld and Voogt, 1978).

Tuz stresinden en fazla etkilenen organların yapraklar olduğu, ayrıca tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görüldüğü ve bu etkinin yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen klorozlar şeklinde gerçekleştiği ve daha sonradan bu kısımların nekroze olarak zararlanma gösterdiği belirtilmektedir (Tepe vd., 2008).

Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ortaya çıkan zararlanma belirtilerine göre oluşturulan skala değerlendirmeleri; biberde tuza toleransın belirlenmesinde incelenen özellikler arasında “screening” için kullanılabilecek bir parametre belirlenmesinin güç olduğunu ve en etkin seçim kriterlerinin skala değerleri ile bitkideki K/Na iyonlarının oranı olabileceğini ifade etmektedir (Aktaş, 2002; Tepe vd., 2008).

Antalya merkez ve Serik ilçesinde bulunan topraksız kültür sistemiyle domates yetiştiriciliği yapılan seralardaki bitkilerin beslenme durumlarının ve sulamada kullanmış oldukları suların sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada yetiştirme sezonunun ortasında on iki üreticiye ait topraksız kültür seralarından yaprak ve sulama suyu örnekleri alınmıştır. Yaprak örneklerinde toplam azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) analizleri yapılmıştır. Sulama suyu örneklerinde ise pH, EC, Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃ ve B analizleri yapılmış ve sodyum absorpsiyon oranı (SAR) ile % Na değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre yaprak örneklerinin N ve Mg konsantrasyonlarının düşük ve yeterli, P, K ve Ca konsantrasyonlarının yeterli ve yüksek; Fe ve Zn konsantrasyonlarının yeterli, Mn ve Cu konsantrasyonlarının ise yeterli ve yüksek sınıflarda yer aldığı belirlenmiştir. Topraksız kültür yetiştiricilik sisteminde bitkinin gelişme durumu, radyasyon ve drenaj oranı gibi faktörlere bağlı olarak gün içinde değişen sıklıklarda gübreli su uygulamasının ve her üreticinin uyguladığı gübreleme programının farklı olmasının bir sonucu olarak incelenen yaprak örneklerinin bitki besin elementi konsantrasyonları farklılıklar göstermiştir. İncelenen sulama suyu örneklerinin pH'ları genellikle nötr ve hafif alkali karakterde olup, tuzluluk yönünden I. ve II. sınıf (C1 ve C2), sodiklik açısından 1. sınıf (S1), Cl ve SO₄ içerikleri yönünden I. sınıf, B içerikleri

yönünden de I. ve II. sınıf sulama suları oldukları belirlenmiştir. Topraksız kültür yetiştiriciliği yapılan seraların sulama suyu kalitesi açısından sorun teşkil etmeyen bölgelerde kurulduğu tespit edilmiştir (Öktüren Asri ve Sönmez, 2009).

Yüksek tuz koşullarında bitkilerin hücre zarındaki bütünlük bozularak tahribatın olması, stomaların kapanması ve fotosentetik elektron taşınımının aksaması sebebi ile oksidatif stresin ortaya çıkması sonucu bitki antioksidatif savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. Bunun için bitkiler birçok antioksidant madde ve antioksidatif enzimlere sahiptirler. Bu amaçla çevresel strese dayanıklılığın artırılmasında oksijen radikallerinin sınırlandırılması, antioksidant madde veya antioksidatif enzim aktivitesinin artırılması gerekmektedir. Tuz stresinde serbest oksijen türevleri oluşumu artarak, aktif oksijen türevleri lipid peroksidasyonuna neden olarak hücre zarını tahribata uğratmaktadır (Hernandez et al., 1994; Sreenivasulu et al., 2000; Dolatabadian et al., 2008). Bununla birlikte lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehid (MDA) miktarının belirlenmesi oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Spychalla and Desborough, 1990; Jatgap and Bhargava, 1995).

Son yıllarda, bitkilerin tuzluluğa dayanıklılık mekanizmasında “iyon dengesi (regülasyonu)” çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Sodyum birikmesinin kontrol altına alınması, yapraklardaki K/Na ve Ca/Na oranlarının yüksek olması, tuzluluğa dayanıklılık konusunda önemli olmaktadır (Cuartero and Fernandez-Munoz, 1999; Al-Karaki, 2000; Daşgan vd., 2002).

On fasulye ve üç börülce genotipinin genç bitki aşamasında tuzluluğa karşı göstermiş oldukları tepkiler “iyon dengesi (regülasyonu)” yönünden incelenmiş ve genotiplerin tuzluluğa karşı tepkileri bakımından sınıflandırması yapılmıştır. Bitkiler, “derin akan su kültürü” tekniği ile yetiştirilmiştir. Su kültürü ortamında 125 mM NaCl uygulamasının, uygulanmayan kontrol grubu ile iyon alımı açısından karşılaştırılması amacıyla bitkilerin yeşil aksam dokularında Na, K ve Ca konsantrasyonları incelenmiştir. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde, tuz zararı 1 ile 5 arasında değişen bir skala ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, iyonların birbirleri ile olan ilişkileri korelasyon analizleri ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda fasulye ve börülce genotiplerinin 125 mM NaCl uygulamasında farklı savunma mekanizmaları ile farklı duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir (Daşgan vd., 2006).

Bitkiler ve topraklar üzerinde tuzun etkisinin laboratuvar koşullarında gözlemlendiği çalışmada tuza dayanımlı pamuk, orta dayanımlı sorgum, tuza orta duyarlı biber ve tuza duyarlı Fransız kadife çiçeği bitkileri kullanılmıştır. Çalışmada, biri kontrol olmak üzere tuzlu dört eriyik hazırlanmıştır. Tuzluluk düzeyleri, kontrol eriyiğinde 3:1 oranında CaCl_2 ve NaCl karıştırılarak; diğerlerinde ise tuz düzeyleri düşük (6.2 dS/m), orta (9.5 dS/m) ve yüksek (12.8 dS/m) olacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda kadife çiçeği bitkisi en yüksek gelişimi kontrol düzeyinde göstermiş; bunu düşük tuz düzeyi izlemiştir. 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 gelişmiştir. Pamuk bitkisinde ise artan tuzluluk düzeylerine karşın bitki gelişimi etkilenmemiştir (Clark et al., 2000).

Dört farklı patates çeşidinde tuz dayanımını belirlemek amacıyla, sulama suyu, kontrol ile birlikte dört farklı nitelikte NaCl eklenerek hazırlanmış ve patates yumrularında tuzluluk artışıyla birlikte önemli ölçüde küçülme gözlenmiştir. Tuza dayanıklılık bakımından, patates çeşitleri farklılık göstermiştir (Elkhatib et al., 2004).

Farklı nitelikteki tuzlu sularla sulanan domates bitkisinin su kullanım randımanı ve su alımı incelendiğinde, tuz düzeyi arttıkça domates çeşitlerinin tümünde verimde azalmalar saptanmıştır. Tuzlu koşullar altında domates su tüketiminin kontrol konusuna göre % 40 daha az olduğu belirlenmiştir. Bitkinin su alımında, birim tuzluluk artışıyla birlikte % 3.5-5.0 arasında azalmalar olduğu belirlenmiştir (Reina et al., 2005).

Tarımsal üretim yapılan alanlarda yeterli miktar ve kalitede sulama suyunun doğadan sağlanması giderek zorlaşmaktadır. Yetiştiricilik yapılan alanların ve sulama sularının giderek tuzlaşması, tuza karşı duyarlı olan biberin yetiştiriciliğini de olumsuz yönde etkilemektedir. İlkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemi olmak üzere yılda iki dönem yürütülen denemede, yetiştiricilik toprak+torf+perlit karışımı içeren saksılarda gerçekleştirilmiştir. Üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 24 bitki kullanılmıştır. Bitkiler, gübre+sulama suyu=1.5 mS/cm (kontrol), gübre+sulama suyu+ NaCl =2.5 mS/cm, gübre+sulama suyu+ NaCl =3.5 mS/cm ve gübre+sulama suyu+ NaCl =4.5 mS/cm olmak üzere, dört farklı EC değerine sahip tuzlu sulama suyu ile sulanmıştır. Her grup kendi içerisinde istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Sonuç olarak, hatlardan birinin

sonbahar döneminde 3.5 mS/cm, ilkbahar döneminde 2.5 mS/cm EC'ye sahip tuzlu sulama uygulamalarında verim yönünden kontrolle aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir (Tepe vd., 2011).

Topraksız kültürde iki dolma biber çeşidinin tuz toleransını çimlenme, fide ve gelişme dönemlerinde tuz düzeyleri 0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM olarak kullanıldığında, meyve veriminin 10 mM'dan 150 mM düzeyine kadar % 95 azaldığı belirtilmektedir (Chartzoulakis and Klapaki, 2000).

15 ve 30 mM tuz düzeylerinde sulama suları ile sulanan biberlerin verim ve kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, orta tuzluluk düzeylerinde biber verimi ve tuz konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki olduğu, dolayısıyla biberin toplam veriminin azaldığı bildirilmektedir (Navarro et al., 2010).

Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla birlikte biber verimi, bitki boyu, su tüketimi ve meyve boyu önemli ölçüde azalmaktadır (Öztürk, 1994).

Kontrollü koşullar altında *Capsicum annuum* L. varyetelerinin farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl tuzluluğunun etkileri ve tuz stresinde chile biberlerinin kapsaisinoid değişimleri ile peroksidaz arasındaki ilişki incelendiğinde; tuz stresi oransal su içeriğini (RWC), klorofil ve karotenoidleri, bitki ağırlığı ve meyve miktarını azaltırken aynı zamanda prolin, glisin betain (GB) çözüner karbonhidrat, total aminoasit ve antioksidant enzim peroksidaz (POD) aktivitelerini arttırmıştır (Topaloğlu, 2010).

Biber bitkileri kaya yünü içerisinde yetiştirilerek NaCl ve CaCl₂ tuzlarının farklı konsantrasyonlarına (0, 25, 50 ve 100 mM) maruz bırakılıp azot kaynağı olarak 2-15 mM KNO₃ ve CaNO₃ kullanıldığında, tuzluluğun yükselmesi ile yapraklarda K, Ca, Mg ve P elementi alımlarında azalma olduğu belirlenmiştir. Ortalama 15 mM azot uygulamasıyla birlikte yapraktaki Na⁺ iyonunun azaldığı saptanmıştır. Ayrıca artan azot dozunun bitki biyokütlesi üzerinde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu durum, Cl ve NO₃ arasındaki antagonistik etkiden kaynaklanan rekabetten dolayı yüksek dozda uygulanan nitrat formundaki azotun Cl iyonuna göre daha fazla tercih edilmesi böylece bitkiye zarar veren klorun alımının engellendiği şeklinde açıklanmıştır (Gomez et al., 1999).

Tuzlu suyun domatestte bitki yaş ve kuru ağırlığına, yaprak alanına, yaprak suyu ve osmotik potansiyeline, gaz değişim parametrelerine, stoma sıklığına

(yoğunluğu), yaprak klorofil ve yaprak sodyum içeriğine etkisi araştırılmıştır. Bitkiler serada kum kültüründe iki aylık bir süre boyunca 0 (kontrol), 35, 70 mM NaCl ile hazırlanan tam bir besin solisyonu ile sulanarak yetiştirilmiştir. Tuzluluk, 35 mM NaCl ve daha yukarı seviyelerdeyken bitki kuru ağırlığını, bitki boyunu ve bitki yaprak sayısını azaltmıştır. Yaprak suyu ve yaprak osmotik potansiyeli azalmış ancak, yaprak turgor basıncı tuzlu şartlarda kontrol bitkilerinden daha yüksek bulunmuştur (Romero et al., 2001).

Domates bitkisi çakıllı ve tınlı toprak kullanılan ortamda yetiştirilerek üç farklı tuz seviyesinde sulamalar (0.9, 2.3 ve 3.6 dS/m) gerçekleştirilmiştir. Tuz seviyesindeki artış sonucu her iki yetiştirme ortamında da yaprak su potansiyeli, stoma geçirgenliği, evapotranspirasyon (bitki su tüketimi) ve yaprak alanı değerlerinde kayıplar meydana gelmiştir. Özellikle meyve veriminde en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla % 60 oranında bir azalma olduğu bildirilmiştir (Katerji et al., 1997).

Sera patlıcanında çimlenme, büyüme, gaz değişimi ve ürün üzerine NaCl'ün etkisinin araştırılması amacıyla bitkiler 1:3 kum perlit karışımında yetiştirilmiş ve 0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM NaCl içeren Hougland besin solisyonu ile sulanmıştır. Tuzluluk, 50 mM seviyeye kadar çimlenmeyi geciktirmiş, fakat son çimlenme yüzdesini azaltmamıştır. 100 ve 150 mM seviyesinde ise son çimlenme yüzdesi önemli derecede azalmıştır. Bitki yüksekliği ve yaprak alanı ise 25, 50, 100 ve 150 mM tuzluluk seviyesinde önemli derecede ($P=0.05$) azalmıştır. Genelde, doku Cl içeriği yapraklarda Na içeriğinden daha yüksek bulunmuş, yaprak gelişiminin NaCl tuzluluğuna en hassas parametre olduğu belirtilmiştir. Fotosentez oranında 150 mM seviyesinde bile gelişen yapraklarda azalma olmazken, yaşlı yapraklarda Na ve Cl içeriği ile fotosentez arasında ters ilişki saptanmıştır. Besin çözeltilerinin 25, 50, 100 ve 150 mM NaCl seviyesinde sırasıyla % 23, % 41, % 69 ve % 88 oranında, toplam üründe bitki meyve sayısı ve meyve büyüklüğü tuzluluk ile azalmıştır (Chartzoulakis and Loupassaki, 1997).

Sonar ve Lamuyo hibrit biber çeşitlerinde yaptıkları bir tuzluluk çalışmasında, bitkilere farklı dozlarda (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM) NaCl uygulanmış ortamlarda çimlenme, bitki ve meyve gelişimini incelemişlerdir. 50 mM tuz uygulaması tohum çimlenmesini geciktirirken, 100 ve 150 mM NaCl dozlarında çimlenme engellenmiştir. Bitki gelişimi 10 mM'den daha yüksek konsantrasyonlarda yavaşlarken, 25 mM ve üstünde tuz uygulanan ortamlarda yetiştirilen bitkilerde bitki uzunluğu, kuru ağırlık ve yaprak alanlarında azalma

meydana geldiği, bu bitkilerin köklerinde Na birikimi artarken Cl iyonlarının yapraklarda artış gösterdiği belirlenmiştir. Her iki çeşitte de meyve verimi azalmış, 150 mM’de yetiştirilen bitkilerde bu azalma kontrol bitkilerine oranla % 95 oranında olmuştur (Chartzoulakis and Klapaki, 2000).

Sera koşullarında, üç farklı düzeyde tuz yoğunluğunun toprakta yetiştirilen biber bitkisinin gelişim dönemlerinde, uygulanan su stresi altında tuza karşı olan duyarlılıkları incelenmiştir. EC=0.598 mMHos/cm olan killi-tın bünyeye sahip toprakla bu toprağa değişik miktarda NaCl çözeltisi verilerek hazırlanmış 4 ve 7 mMHos/cm düzeylerinde elektriksel iletkenliğe sahip örnekler kullanılmış ve bitkilerde su stresi; fidelerin saksılara dikiminden itibaren onuncu günde, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde uygulanmıştır. Fide dikimi, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde uygulanan su stresi artan tuzluluk değerlerinde kök ve gövde kuru madde ile ürün miktarında azalmaya neden olmuştur. Bitkinin, çiçeklenme döneminde ve EC=7 mMHos/cm olan grupta uygulanan su stresinden diğer dönemlere kıyasla daha çok etkilendiği saptanmıştır (Akdoğan ve Özkan, 2000).

Capsicum annuum L. türüne ait toplam dört çeşit biber bitkisinde NaCl oldukça etkili olmuş ve hem morfolojik hem de fizyolojik zararlar vermiştir. Bitkilerin biyokütlelerinde tuz uygulamalarının on beşinci gününden sonra oldukça ağırlık azalmaları meydana gelmiş kırk beşinci ve altmışıncı günlerde bitki ölümleri olmuş, her çeşit bitki buna farklı oranlarda cevap vermiştir. Kök uzunluğu ve kuru ağırlıktaki kayıplarda tuz stresine maruz kalan bitkinin yaprak yüzey alanlarının ve ışığı yakalamalarındaki azalmaların etkisi olmuştur. Azalan yaprak yüzey alanı ve ışık tutma kapasitesi ile oluşan düşük CO₂ miktarı fotosentezi inhibe etmekte, sonucunda da büyüme, gelişme, meyve verimi gerilemekte, hatta bitkinin ölümü gerçekleşmektedir. Bu farklılıklar türler, çeşitler ve hatta çeşitlerin hatlarında bile değişik olabilmektedir. Biberlerin ortalama 100 mM tuz dozuna kadar çok fazla olumsuz etkilenmediği, 150 ve 200 mM tuzda hasarlanmaların daha çok olduğu görülmektedir. Tuz stresi altındaki bitkiler, önemli fonksiyonları ozmotik koruma, ozmotik ayarlama, karbon depolama ve radikal temizleme olan glikoz, furuktoz, sakaroz, furuktanlar ve nişasta gibi karbonhidratları biriktirirler. Bu birikim tuz dozunun artmasıyla birlikte artış göstermekte olup, 150 ve 200 mM tuzlulukta en yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Bu sonuçlar bizlere 100 mM tuz dozunun üstündeki konsantrasyonlarda bitkinin oldukça yoğun bir stresle karşı karşıya olduğunu göstermektedir (Topaloğlu, 2010).

Bazı patlıcan çeşitlerinin farklı tuz (50, 100 ve 150 mM NaCl) dozlarına çimlenme dönemindeki tepkilerinin araştırıldığı bir çalışmada tuz dozu artışı ile çimlenme oranı ve süresi, bitki yaş ağırlığı için oransal büyüme hızı, sürgün ve kök boyunun azaldığı görülmüştür (Akıncı ve Akıncı, 2000).

Tesadüf parselleri deneme desenine göre, saksılarda yetiştirilen fasulyeler dört farklı yıkama oranı ($LF_1=0$, $LF_2=0.15$, $LF_3=0.30$ ve $LF_4=0.50$) dikkate alınarak sulanmıştır. Sulamalar, 2.5 dS/m düzeyinde $CaCl_2$ ve NaCl tuzlarıyla hazırlanmış olan tuzlu suyla gerçekleştirilmiştir. Toprak tuzluluğu artan yıkama oranıyla birlikte azalma gösterirken, verim de artan yıkamayla birlikte artmış ve $LF=0.30$ 'un üzerindeki yıkamalar için azalma eğilimi göstermiştir (Ünlükara vd., 2008).

Bamyada tuza tolerant tiplerin belirlenmesinde kullanılabilecek bazı parametrelerin etkinliği ile genotiplerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir. On beş bamyaya genotipine ait tohumlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren viyollere ekilmiş, ekimden yirmi gün sonra içerisinde 2:1 oranında torf:perlit karışımı bulunan plastik saksılara şaşırtılmıştır. Bitkiler üç gerçek yapraklı aşamaya ulaştığında 200 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilmiştir. Stres sonunda oluşan etkilerin ortaya konulabilmesi amacı ile bitkilerde 0-5 görsel skala değerlendirilmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yeşil aksam Na, K, Ca iyon analizleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır (Kuşvuran, 2011).

Besin kültüründe yetiştirilen Kaya F1 domates bitkisinin bitki gelişme devresinin üç farklı aşamasında, besin çözeltisine artan düzeylerde uygulanan NaCl'nin ($0=1.34$, $1=3$, $2=7$, $3=14$ dS/m) bitki gövde ve kök kuru maddesi ile mineral içeriğinin araştırıldığı çalışmada, çimlendirilen domates fideleri besin kültürüne aktarılmışlardır. Fideler besin çözeltisine aktarıldıktan sonra, farklı gelişme devrelerinde (birinci aktarıldıktan hemen sonra, ikinci üç hafta sonra, üçüncü altı hafta sonra) dört farklı konsantrasyonda NaCl tuzu $EI_0=1.34$, $EI_1=3$, $EI_2=7$, $EI_3=14$ dS/m (0, 30, 70, 140 mM NaCl) ilaveleri yapılmıştır. Çiçeklenme başlangıcına kadar yetiştirilmesi planlanan domates bitkilerinden birinci gelişme devresinde olanlar (çimlendikten hemen sonrakiler) tuz stresine dayanamamışlar, bu nedenle denemeye iki ve üçüncü gelişme devresindeki domates bitkileri ile devam edilmiştir. Bitkiler çiçeklenme başlangıcında hasat edilerek kuru ağırlık ve mineral içerikleri belirlenmiştir. Besin kültüründe NaCl uygulamalarındaki artışa bağlı olarak domates bitkilerinin her iki gelişme devresinde de kuru madde

miktarı azalmış, bitki Na ve Cl içerikleri artarken, K ve NO₃ içeriği azalmıştır (Bilgin ve Yıldız, 2008).

Sulama suları ile toprağa iletilen tuzlar toprağı ya da bitkiyi etkileyerek verimde azalmalara neden olurlar. Bu azalma miktarı bitkinin tuza dayanımı ile yakından ilgilidir. Bitkilerin tuza dayanımları ise farklı gelişme dönemlerinde farklı olmaktadır. Ekonomik değeri yüksek olan sivri biberde, çimlenme ve fide oluşumu ile gelişme dönemlerindeki sulama suyu tuzluluklarının, bazı verim parametrelerine olan etkileri incelendiğinde; çimlenmeye ve fide biomas değerine 3.0 dS/m'lik tuzluluk düzeyinin önemli bir etkisinin olmadığı, fide boylarının ise bu tuzluluk düzeylerinde % 13 kadar arttığı gözlemlenmiştir. Bitki gelişme dönemlerindeki tuzluluk düzeylerinin ise bitki verimi ve biomasını % 1, meyve boyu ve meyvede toplam kül değerlerini % 5 düzeyinde etkilediği gözlemlenmiştir. Yaprak ve dallardaki toplam kül değerleri ise deneme konularından etkilenmemiştir. Ayrıca ele alınan verim parametrelerinin hiçbirisinde faktörler arası etkileşim (interaksiyon) önemli bulunmamıştır (Yurtseven vd., 1996).

Biber tuzluluğa karşı orta derecede duyarlı, ancak tohum çimlenme döneminde çok hassastır. EC_e düzeylerine bağlı olarak ürün miktarında düşme olur. EC_e 1.5 mmhos/cm iken ürün miktarında düşme % 0 olmaktadır. EC_e 2.2, 3.3, 5.1 ve 8.5 mmhos/cm iken sırayla ürün miktarında düşme % 10, % 25, % 50 ve % 100 olmaktadır (Tülücü, 2003).

Gerek üretim alanı, gerekse de pazar değeri bakımından ekonomik potansiyele sahip biber yetiştiriciliğinde belirtilen nedenlerle karşılaşılan tuzluluğun ve tuz etkisi altındaki bitkilerde, sulama sırasında yapılan yıkama uygulamalarının, bitki gelişimi, verim ve pazara sunum açısından önem taşıyan kalite kriterleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi konuları önem kazanmaktadır.

2.2. Topraksız Tarımda Sebze Yetiştiriciliğine İlişkin Çalışmalar

Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanmasında, tarımsal faaliyetler içerisinde yer alan bitkisel üretim ve onun bir kolu olan sebze tarımının gün geçtikçe önemi artmaktadır. Sebzeler, insan sağlığı açısından çok önemli olan vitaminler, mineral maddeler ve antioksidant maddeleri içermekte olup, tarımsal sanayide ve farklı sektörlerde hammadde olarak da kullanılmaktadır.

Yıl boyu ürün almaya olanak sağlayan örtü altı yetiştiriciliğinde teknolojinin gelişmesine paralel olarak, birim alandan daha yüksek miktar ve kalitede ürün alınabilmesi mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, F₁ hibrit sebze çeşitlerinin kullanılması ile hem dünyada hem de ülkemizde önemli verim artışları kaydedilmiştir. Ülkemizde üretilen sebzenin iç piyasa ihtiyacından fazlasını ihraç ederek, yüksek gelir elde edilmesi en önemli konu haline gelmiştir. Ancak, ihracat konusunda; ürün çeşitliliği, rezidü sorunu, istenen kalitede ve yeterli miktarda ürün temini gibi çözülmesi gereken hususlar karşımıza çıkmaktadır (Özalp ve Aktaş, 2008).

Ülkemizde sebze üretim miktarı gittikçe artmaktadır. Üretim miktarındaki bu artışta, üretim alanlarının genişlemesi, tarım tekniklerindeki gelişmeler yanında üstün özelliklere sahip genotiplerin kullanımının da payı oldukça büyüktür. Ülkemiz sebze tarımında açıkta yapılan yetiştiricilikte üstün nitelikli genotiplerin kullanım oranı hala oldukça azdır. Bu ve başka nedenlerle, ülkemizde sebze tarımında verimlilik değerleri gelişmiş ülkelerinkinden daha düşüktür. Başka bir ifade ile sebze türlerine göre değişmekle beraber gelişmiş ülkelerde verim (kg/da) Türkiye'nin birkaç katı kadar yüksek olabilmektedir (Güvenç ve Alan, 1994). Az gelişmiş ülkelerin özellikleri arasında tarımda birim alan başına üretimin çok düşük olması da yer almaktadır (Han, 1992).

Birim alandan elde edilen sebze miktarı, 1970'de 1.9-2.0 ton/da iken, 2001'de 2.7-2.8 ton/da civarında olmuştur. Buna göre, sebze üretiminde verimlilik % 40-45 oranında artmıştır. Bu artışa rağmen, Türkiye ile bazı gelişmiş ülkelere sebze tarımında birim alandan elde edilen verim miktarları karşılaştırıldığında, ülkemizdeki değerlerin bazı sebze türlerinde oldukça düşük olduğu görülmektedir (Güvenç ve Alan, 1994).

Seracılık ve örtü altı üretimimizde mevcut durumu değerlendirecek olursak, Türkiye'de yıllık ortalama 27 milyon ton yaş sebze üretilmektedir. Toplam 6.1 milyon tonluk örtü altı üretimimizin 5.9 milyon tonunu sebze grubu oluşturmaktadır. Toplam örtü altı varlığımız 599000 dekar olup, bunun 317000 da'ı (% 53) yüksek sistemlerden oluşmaktadır. Örtü altı varlığı bakımından Dünya'da ilk dört ülke arasında, Avrupa'da ise İspanya ile ilk sırada yer almaktayız. Ülkemizde son on yılda ortalama örtü altı işletme büyüklüğü 2 dekar seviyesinden 4 dekara çıkmıştır. Son yıllarda Bakanlığımızca ve ilgili diğer kurumlarca sağlanan destek, hibe ve krediler ile modern şartlarda üretim yapan örtü altı işletmeleri hızla artmaktadır. Bunların ortalama büyüklükleri 27 da

seviyelerindedir. Ülkemiz örtü altı bitkisel üretim değeri yaklaşık 10 milyar TL'dir. Ülkemiz örtü altı üretiminde Antalya % 51'lik payla (3.2 milyon ton) birinci sıradadır. Bu ilimizi sırasıyla, Mersin % 18 (1 milyon ton), Adana % 11 (670 bin ton) ve Muğla % 9 (527 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu dört ildeki toplam örtü altı üretimimiz yaklaşık 5.4 milyon ton ile ülkemiz toplam örtü altı üretiminin yaklaşık % 90'nını oluşturmaktadır. Sera alanlarımızın % 95'inde sebze, % 4'ünde meyve ve % 1'inde ise süs bitkileri yetiştirilmektedir. Örtü altında yetiştirilen önemli sebze türleri arasında domates toplam üretimde % 50 paya sahip olup 3092083 ton üretim miktarı ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu % 16'lık pay ve 1003535 ton üretimle hıyar, % 12'lik pay ve 722447 ton üretimle karpuz, % 6'lık üretim payı ve 384661 ton üretimle biber, % 4'lük pay ile patlıcan (229818 ton) ve % 2 pay ile kavun (118833 ton) takip etmektedir (T. C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015).

Ülkemizde geçmiş yıllara göre sebzelerde verimlilik artışında, tarımsal girdi kullanımındaki iyileşmeler, örtü altı tarımı ile vejetasyon süresinin uzatılması gibi birçok faktör etkili olmuştur. Bu gelişmede, tarım tekniğinin iyileşmesi yanında, üstün nitelikli genotiplerin kullanımının payı oldukça büyüktür. Ancak, ülkemizde verimliliğin yükselmesinde ne kadarının tarım tekniğindeki iyileştirmeden, ne kadarının üstün nitelikli tohum kullanımından kaynaklandığını belirlemek oldukça güçtür. Buna rağmen, gelişmiş ülkelerde sebze tarımında verimliliği arttıran faktörler arasında F_1 çeşitlere ait tohum kullanımının önemli bir yere sahip olduğu da dikkate alınmalıdır (Güvenç ve Alan, 1994).

Türkiye'de sebze üretiminin büyük bölümünün halen küçük ve dağınık işletmelerde yapıyor olması önemli bir sorundur. Büyük işletmelerde sebze tarımının özendirilmesi ile üretimde daha yeni teknolojilerin kullanılması mümkün olacaktır. Bu da, maliyetin düşmesi ve daha güvenli üretimlerin gerçekleşmesine olanak sağlayacak ve buna bağlı olarak da pazarlama kolaylaşacaktır. Bunun için, halen başka sektörlerde çalışan yatırımcıların tarım sektörüne çekilmesi özendirilmeli; hatta bunun da ötesinde, uluslararası sermayenin tarım sektörüne çekilmesi yönünde çaba sarf edilmelidir. Diğer yandan Türkiye'de daha kolay üretilip pazarlanabilecek olan rekabet gücü yüksek ürünlerin tespit edilip bunların yetiştirilmesine öncelik verilmesi gereklidir. Türkiye, bu tür ürünlerin üretimini planlarken, iklim avantajından da en iyi şekilde yararlanmayı düşünmeli ve gerekirse buna yönelik bölgesel tarım politikaları izlenmelidir (Abak vd., 2010).

Ülkemizde üretilen sebzeler yurtiçi gereksinimi yüksek bir oranla ve fazlası ile karşılamaktadır. Ortalama 275 kg/kişi/yıl olan sebze tüketimimiz WHO ve FAO standartlarının oldukça üzerindedir. Sebze ihracatımız da giderek yükselmektedir ve son üç yılda neredeyse iki katına çıkarak 1 milyon tonu geçmiştir. Sebze ihracatı gelirleri 700 milyon Dolar'ı aşmış ve toplam tarım ve orman ürünleri içerisindeki payı % 30'un üzerine çıkmıştır. Bunlara ek olarak, ülke içinde üretilen sebzelerin yaklaşık % 20'lik bölümü sanayide hammadde olarak değerlendirilmekte; konserve, turşu, dondurulmuş ve kurutulmuş gibi işlenmiş ürünlere dönüştürülmektedir. Sebze işleme endüstrisinin gelişmesi için mevcut sorunların çözülmesi gerekmektedir. Bu sorunların başında hammadde fiyatlarının yüksek olması, küçük ve orta ölçekli işletme yoğunluğu, yetersiz sermaye yapısı, yetersiz denetim, Ar-Ge eksiklikleri, yetkin teknik eleman noksanlığı, işletmelerde genel olarak gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemi uygulamalarının yeterli düzeyde olmayışı gelmektedir. Sebze işleme sanayinin gelişmesi için ayrıca markalaşma teşvik edilmeli; bu bağlamda belirli ürünlerde yöresel isimler ön plana çıkarılmalı ve gerekirse, Kırkağaç Kavunu, Ceyhan Karpuzu, Maraş Biberi gibi coğrafi işaretleme yapılmalıdır (Abak vd., 2010).

Türkiye'nin sebze üretimi konusundaki en önemli hedefi kalitenin artırılması olmalıdır. Kalite kavramı, toplam kalite konsepti içinde değerlendirilmeli ve bunun için ürünün; homojenliği, fiziksel özellikleri, tat ve aroması, besin değeri, pestisit kalıntıları, nitrat birikimi ve pazara sunuluş biçimi dikkate alınmalıdır (Abak vd., 2010).

Ülkemiz; üç tarafının denizlerle çevrili olması, denizlere paralel şekilde uzanan sıradağlar tarafından iç kesimlerinin deniz etkisinden ayrılmış bulunması, akarsuları ve yüksek dağlarının varlığı sayesinde çok özel coğrafik yapıya sahiptir. Bu durum, büyük bir toprak ve iklim çeşitliliğine yol açmaktadır. Özellikle de iklimsel çeşitlilik özelliği, sebzeler de dahil olmak üzere, birbirinden çok farklı edafik ve iklimsel istekleri olan bitki türlerinin değişik bölgelerde ve farklı mevsimlerde yetiştirilmesine olanak vermektedir. Bu sayede, bir yandan ülkede yetiştirilen tür çeşitliliği ve türler içindeki çeşit zenginliği artmakta, diğer yandan farklı sebzelerin yıl içinde yetiştirme mevsimleri ve piyasaya ürün arzı süreleri uzamaktadır. İklim özelliklerinin elverişliliğinin sağladığı ekonomik avantajların doğal sonucu olarak, örtü altı tarım ve seracılık sayesinde birçok yazlık sebze mevsim dışında da yetiştirilebilmekte ve bu ürünlerde yıl boyunca üretim yapılabilir (Abak vd., 2010).

2007 FAO verilerine göre dünyada toplam 910 milyon ton sebze üretilmektedir ve bu üretim, istatistiklerde kayıtlı olan 202 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Söz konusu üretimin % 80'inden fazlası; aralarında Çin, Hindistan, ABD, Türkiye, Rusya, Mısır, İran, İtalya ve İspanya'nın da bulunduğu 15 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Diğer 187 ülke ise toplam üretimde ancak % 20'lik paya sahiptir. Türkiye, dünya sebze üretiminin hemen hemen yarısını gerçekleştiren Çin ile onu izleyen Hindistan ve ABD'den sonra dünyada dördüncü büyük sebze üreticisi konumuna gelmiştir. 2007 FAO verilerine göre 25.7 milyon ton olan Türkiye'nin sebze üretimi, 2008 yılı TÜİK verilerine göre ise 27.2 milyon tona ulaşmış durumdadır (FAO, 2008; TÜİK, 2008). Her iki durumda da Türkiye'nin gerçekleştirdiği bu üretim, dünya sebze üretiminin % 3'üne yakın bir orana karşılık gelmektedir (FAO, 2008).

Türkiye'de sebze üretimi, 1960'tan 2000'e kadar oldukça düzenli ve hızlı bir artış eğilimi izlemiş, üretim her on yıllık dilimde yaklaşık % 50 oranında artmıştır. Yaklaşık 40 yılı kapsayan bu dönemde üretim iki kez katlanarak dört katına çıkmış; ürün artışının yaklaşık yarısı ekiliş alanlarının genişlemesinden, öteki yarısı da verimdeki artışlardan kaynaklanmıştır. 2000 yılından sonra ise artış hızında belirgin bir azalma eğilimi ortaya çıkmıştır, son yedi yılda ise üretimde yalnızca % 4 civarında bir artış gerçekleşebilmiştir. Sebze üretim alanları, 1999 yılı itibarıyla 1 milyon hektarın üzerine çıkmış ve bundan sonra, yıllara göre bazı iniş çıkışlar göstermekle birlikte, fazla yükselmemiştir. Benzer şekilde, sebze üretim miktarları da, 2002 yılından sonra 25 milyon tonun üzerine çıkmış ve günümüze kadar sadece 25 ile 26 milyon ton arasında değişim göstermiştir. Birim alandan elde edilen verimde de son yarım asır içerisinde önemli artışlar kaydedilmiştir. Buna karşılık 1998 yılından bu yana verimde fazla değişiklik olmamış, tüm sebzelerin ortalaması olarak 2.4 ton/da civarında bir verimlilik düzeyi kaydedilmiştir (FAO, 2008).

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 2013 yılı veri kayıtlarına göre, ülkemizdeki tarım alanlarının % 3.4'ü sebze bahçesi olarak kullanılmakta ve bu da yaklaşık 808000 hektar ekili alana denk gelmektedir (Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015).

Ülkemizde sebze üretiminde türlere ve bölgelere göre önemli dengesizlikler söz konusudur. Ürün grupları olarak ele alındığında, toplam sebze üretiminin % 85 gibi ezici bir çoğunluğunun meyvesi yenen sebzelerden oluştuğu görülmektedir. Bunların içinde de domates, karpuz, kavun, hıyar ve biber özellikle

öne çıkmaktadır. Vitamin ve mineral madde bakımından çok önemli olan yeşil sebzelerin, özellikle de yaprağı yenilenlerin üretimleri (% 6.2) düşük kalmaktadır. Yumru ve kökleri yenilen sebzelerin toplam sebze üretimindeki payları da % 12.8 civarındadır ve yetersizdir (FAO, 2008; TÜİK, 2008). Üretilen sebzelerin çoğunluğu sıcak iklim sebzeleridir ve üretimleri yazın yapılmaktadır. Bu durum, kış aylarında üretimde azalmalara ve mevsimler arasında dengesizliklere yol açmaktadır. Örtü altı tarımı sayesinde son yıllarda bu dengesizlikler kısmen aşılmıştır ve örtü altı tarımında üretilen sebze miktarları toplam sebze üretiminin % 20'sini karşılar düzeye ulaşmıştır. Fakat kışlık sebzelerin yaz aylarında üretim ve arz darlığı hala devam etmektedir. Bu sorunu aşabilmek için yayla sebzeciliğinin geliştirilmesinde fayda görülmektedir. Diğer yandan, Türkiye sebze ekilişi ve üretimi bölgelere göre dengeli bir dağılım göstermemekte, iklimin daha uygun olması nedeni ile özellikle sahil kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Ekiliş alanlarında büyük pay Ege Bölgesi'nin olup, bunu Akdeniz ve Marmara Bölgeleri takip etmektedir. Üretimde ise, Ege ve Marmara Bölgeleri'ne göre verimliliği yaklaşık % 30-35 daha yüksek olan Akdeniz bölgesi öne çıkmaktadır. Birim alandan elde edilen verimin Akdeniz Bölgesi'nde daha yüksek olmasının nedeni, buradaki üretimin önemli bir bölümünün örtü altında yapılıyor olmasıdır. Her ne kadar son yıllarda ulaşım olanakları gelişmiş ve dağıtım sistemleri eskiye göre iyileşmiş olsa da, özellikle İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da; ayrıca kısmen de Güneydoğu Anadolu'da sebze üretiminin yetersiz olduğu söylenebilir. Bu bölgelerimizdeki üretim yetersizliği insanların sebze tüketimine de yansımaktadır (Abak vd., 2010).

Seracılığımızda gözlenen olumlu gelişmelerin yanı sıra bu sektörde üretimi olumsuz yönde etkileyen bazı sorunların da bulunduğu bilinmektedir. Bu sorunlar; modern teknolojinin yanlış uygulanması veya tam uygulanmaması, sera içi iklimin yeterince kontrol edilememesi, toprak idaresi, gübreleme ve sulamaya gereken özenin gösterilmemesi, üreticilerin yüksek seviyede verim almaya olanak sağlayacak yetiştiricilik ve modern teknolojileri uygulayacak yeterli teknik bilgi düzeyine sahip olmaması şeklinde özetlenebilir (Başar, 2000).

Seralar monokültür tarımın uygulandığı tarımsal ünitelerdir. Bu ünitelerde, kimi zaman yılda üç dört ürün yetiştiriciliği yapılması ve buna bağlı olarak entansif tarımın gerektirdiği yüksek girdi kullanımı nedeniyle belli bir süre sonra toprakların strüktürü ve besin maddeleri dengesi bozulmakta, topraklar hastalık ve zararlılarla bulaşık hale gelmekte, tuzluluk sorunu ortaya çıkmakta sonuçta toprak verimsizleşmektedir. Ülkemiz seralarında da yoğun kültürel uygulamalar

sonucunda önemli toprak sorunları ortaya çıkmıştır. Bu sorunlar; bitki besin elementleri ve su noksanlığı, bazı bitki besin elementleri arasındaki dengesizlik, toprak pH'sının istenilenden farklı olması, yetersiz organik madde miktarı, toprak yorgunluğu, tuzluluk, drenaj ve temizlik olarak ifade edilebilir (Başar, 1995).

Örtü altı yetiştiriciliği ilk olarak 1940 yılında Antalya'da başlamıştır. İlk çalışmalar kamu kuruluşlarında yapılmış, bunu çiftçilerin kurdukları basit seralar izlemiştir. 1960'lı yıllarda plastiğin örtü malzemesi olarak kullanılmasıyla hızla gelişmiş, bugün modern seraların yapılması sağlanmıştır. Seralarda üretimi yapılan sebze türleri içerisinde % 47'lik üretim payı ile domates ilk sırayı almakta; bunu hıyar (% 32), biber (% 9) ve patlıcan (% 7) izlemektedir. Fasulye, marul, taze soğan, kavun, kabak gibi diğer sebze türlerinin üretimdeki payı ise % 5'tir. Son yıllarda ihraç şansı olan kuşkonmaz, enginar, kavun ve karpuz da seralarda yetiştirilmektedir. Geleneksel örtü altı yetiştiriciliği yanında, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin ve su miktarını doğrudan karşılamak ve örtü altı yetiştiriciliğinde sorun olan toprak kökenli hastalık ve zararlılarının dezenfeksiyon masrafı yüksek olması neticesinde geliştirilmiş alternatif bir yetiştiricilik olan topraksız tarım da uygulanmaktadır. Topraksız tarım yetiştiriciliğinde yüksek hacimli, yan ve çatı havalandırmalı, besin çözeltisi uygulaması olan, bilgisayar kontrollü gübreleme üniteleri, tam otomasyonlu ısıtma ve soğutma sistemi olan seralar kullanılmaktadır (TSE, 2012).

Seracılığın başladığı yıllardan günümüze kadar geçen sürede basit tipteki seraların yanında modern şekilde seraların yapılmış olduğu görülmektedir. Günümüzde çok değişik yapı ve malzemeden oluşan seralar imal edilmektedir. Örtü malzemesi bakımından seralar; cam, sert plastik, plastik film ve bunların bileşenleri olarak sınıflandırılır (TSE, 2012).

Ülkemizde seracılık 2010 yılı itibarı ile kapladığı alan olarak 563486 dekarı geçmiştir. Toplam örtü altı alanların % 15'ini cam sera, % 40'ını plastik sera, % 15'ini yüksek tünel ve % 30'unu alçak tünel oluşturmaktadır. Türkiye'de örtü altı tarımın % 87'si (490323 da) Akdeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır. Akdeniz Bölgesi'ndeki örtü altı alanların % 39'u Antalya, % 30.7'si Adana, % 25'i İçel ve % 4.9'u Hatay'dadır. Ege Bölgesi'nde ise Muğla % 56, Aydın % 23.7 ve İzmir % 16.7 ile bölgenin örtü altı üretiminin tamamına yakınına oluşturmaktadırlar. Önemli bölgelerden Karadeniz'de de sadece Samsun ilindeki örtü altı alanlar bölgenin toplam örtü altı alanının % 74'ünü oluşturmaktadır (TSE, 2012).

Ülkemizin 2011 yılında ihraç ettiği yaş meyve ve sebze miktarı 3208923 ton olup, ihraç değeri ise yaklaşık 2.33 milyar Dolar olarak gerçekleşmiştir. Toplam yaş meyve ve sebze ihraç rakamlarının miktar olarak % 34'ünü ve parasal değerinin % 30'unu taze sebze ürünleri karşılamaktadır. Yaş sebze ihracının % 75'i sadece beş ülke (Rusya Federasyonu (% 49), Almanya (% 9), Bugaristan (% 8), Romanya (% 6) ve Ukrayna (% 5)) ile yapılmaktadır (TSE, 2012).

Örtü altı yetiştiriciliğini kısıtlayan bazı faktörler söz konusudur. Ülkemizde ısıtma maliyeti çok yüksektir ve seralarda ideal bir ısıtma sistemi yoktur. Örtü altı yetiştiriciliğinde sıcaklığın yetersiz olduğu Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında ısıtma yapılmalıdır. Üreticilerin sadece bitkileri dondan korumaya yönelik lokal ısıtma yöntemlerini uygulaması kaliteli ürün alımını etkilemektedir. Sertifikalı tohum kullanımı ve sera içi iklimlendirme yeterince bilinmemektedir. Işık, sıcaklık, nem ve CO₂ kontrolü yapılamamaktadır. Sertifikalı tohum kullanma zorunlu hale getirilmeli ve modern yetiştirme tekniklerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Gübre, tarımsal ilaç ve hormonların bilinçsiz kullanımını önlemek amacıyla düzenleme ve denetimlerin yapılması, üreticinin bu konuda eğitilmesi gerekmektedir. Ülkemiz seralarına işletme yapısı ve sera büyüklüğü yönünden bakıldığında; genelde seraların aile işletmeleri şeklinde ve küçük alanlara sahip oldukları görülür. İşletmelerin bugünkü yapısı; ürünlerin pazarlamasında ve fiyat oluşumunda üreticinin etkin olamamasına, verim ve kalitenin de olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Buna göre optimum işletme büyüklükleri belirlenmeli ve bu alanların parçalanmasına izin verilmemelidir. Bölgesel düzeyde modern ve ekonomik sera tipleri belirlenerek, yeni seraların buna göre tesis edilmesi gerekmektedir. Üretim planlaması yapılmadığından, üretici bir yıl önceki üretim dönemine bakarak üretime başlamakta, bu da arz-talep dengesini oluşturamadığı için istikrarsız fiyat yapısına neden olmaktadır. Üreticinin tarım sigortası sistemine katılması sağlanmalı ve tarımda istihdam edilen nüfusun üstlendiği risk azaltılmalıdır. Üreticilerin örgütlenme bilincini geliştirmeyi amaçlayan çalışmalar yapılmalı, AB ülkelerinde yaş meyve ve sebze pazarında yıllardır çok önemli rol oynayan üretici birlikleri benzeri birlikler oluşturulmalıdır. Doğayla dost yetiştiricilik tekniklerinin (IPM, EUREPGAP ve Organik Tarım vb.) teşvik, kredi desteği vs. yoluyla benimsenmesi ve yaygınlaşması sağlanmalıdır. İç pazarda standartların uygulanması ve iç denetim mekanizmalarının çalıştırılması gerekmektedir. Ürün muhafazası, ambalajlama ve nakliye taze sebze ihracatında çok özel

bir öneme sahiptir. Bu nedenle ön soğutma işleminin uygulanması, soğuk hava depo kapasitesinin arttırılması, soğuk zincirin nakliye aşamasında sürekliliğinin sağlanması ve ürün türüne uygun ambalajların kullanılması gereklidir (TSE, 2012).

Ülkemiz sera topraklarında gözlenen sorunların giderilmesi için bazı uygulamaların yapılması mümkünse de bunlar hem büyük masraf gerektirmekte, hem de işlemler açısından bozulan toprak özelliklerinin düzeltilebilmesi çok zor olabilmektedir. Sağlıklı bir üretim için 4-5 yılda bir sera toprağının değiştirilmesi ise gerek ekonomik olmaması ve gerekse de bu iş için gereksinilen özellikte ve miktarda (200-300 ton) toprağı bulabilmenin çok zor olması nedeniyle çoğu zaman bu işlemi yerine getirebilmek mümkün olmamaktadır. Bütün bu sorunlara köklü bir çözüm olmak üzere Amerika ve Avrupa’da toprağın devre dışı bırakıldığı çok çeşit topraksız yetiştirme yöntemleri günümüzde geliştirilmiş olup pratikte yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Başar, 2000).

Bitki yetiştirme ortamı olarak ilk akla gelen topraktır. Bununla birlikte, su ve besin maddeleri gereksinimleri karşılandığında, ayakta durmaları için destek sağlandığında bitkileri toprak olmadan da yetiştirmek mümkündür. Topraksız bitki yetiştiriciliğinin eski uygarlıklar tarafından kullanıldığına dair kayıtlar olmakla birlikte, topraksız tarımın seralarda ticari boyutta kullanımı 1930’lara dayanmakta olup 1970’li yıllardan itibaren yaygınlaşmıştır (Gül, 2012).

1930’lu yıllarda laboratuvar dışında ilk topraksız bitki yetiştiriciliği ABD’de besin çözeltisi içinde domates yetiştirerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmayı yapan araştırmacı bu tekniği Yunanca su (hydro) ve çalışma (ponos) anlamına gelen iki kelimeden oluşan hidroponik olarak isimlendirmiştir. 1940’lı yıllarda topraksız yetiştiriciliğin büyük çaptaki ilk uygulaması, II. Dünya Savaşı’nda Pasifik Okyanusu’ndaki adalarda konuşlanan askerlerine taze sebze sağlamak amacıyla su ve çakıl kültürü ile sebze yetiştiren Amerikan ordusu tarafından gerçekleştirilmiştir. 1965’te İngiltere’de akan su kültürü (NFT: Besleyici film tekniği) geliştirilmiş, 1969’da Danimarka’da bitki yetiştirme ortamı olarak kaya yünü kullanımına başlanmıştır. 70’li yıllarda dünya enerji krizi nedeniyle maliyeti artan buharla toprak dezenfeksiyonuna alternatif olarak topraksız tarım Kuzey Avrupa ülkelerinde seralarda yaygınlaşmıştır. 2000’li yıllara gelindiğinde topraksız tarım MeBr alternatifi olarak Akdeniz Havzası’ndaki ülkelerde de önem kazanmıştır (Gül, 2012; TSE, 2012).

Türkiye’de topraksız tarımın ticari üretimde kullanımına 1995 yılında Antalya’da başlanmıştır. Başlangıçta iki işletmede toplam 100 dekar alanda gerçekleştirilen topraksız tarım faaliyetleri 2004 yılından itibaren hızlı bir artış göstermiştir. 2011 yılı itibariyle ülkemizde topraksız tarım alanının 5000 dekar civarında olduğu tahmin edilmektedir. Toplam sera alanına kıyasla halen oldukça sınırlı bir alanda (~% 1-1.5) uygulanmasına karşın hızla artış göstermektedir (Gül, 2008; Gül, 2012).

Ülkemizde topraksız tarım yapılan sera alanının 2000 yılında 20 hektar iken, 2010’da 327.5 hektarı geçtiği tahmin edilmektedir. Topraksız tarım özellikle Antalya ilinde yoğunlaşmıştır. Antalya’da çoğunluğu domates olmak üzere hıyar, biber, kavun ve kesme çiçekte toplam 187.5 hektar alanda topraksız tarım yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde özellikle Akdeniz Bölgesi’nde bulunan plastik ve cam seralarda, sadece soğuk günlerde dondan korumak amacıyla ısıtılarak soğuk seracılık yapılmaktadır. Seracılığın ilk yıllarında sadece tek ürün yetiştiriciliği yapılırken daha sonraları sera ısıtma masraflarının yükselmesi sonucunda üreticiler iki dönem yetiştiricilik yapmaya yönelmişlerdir. Genel olarak tek mahsul yetiştiriciliği Eylül-Haziran aylarını kapsar. Çift ürün yetiştiriciliği ise Ağustos-Ocak (sonbahar dönemi) ve Ocak-Haziran (ilkbahar dönemi) aylarını kapsar (Gül, 2012; TSE, 2012).

Ülkemizde topraksız tarım, seracılığın merkezi olan Antalya’da başlamış olmakla birlikte, 2000’li yıllarda topraksız tarım yatırımları jeotermal alanlara yönelmiştir. Çünkü seracılıkta kârlılık ısıtma masraflarının azaltılmasına bağlıdır, topraksız tarımda istenen yüksek verim ve kaliteye ulaşmak için sera iklimlendirmesi şarttır, bu durum özellikle yatırım masraflarının yüksek olduğu modern seralarda daha da önemlidir. Seralarda fosil yakıtlarla ısıtma giderlerinin genel giderler içindeki payı çok yüksek olduğundan, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı önemlidir. Ülkemizde sera ısıtmasında kullanılabilecek en önemli alternatif enerji kaynağı jeotermal enerjidir, ayrıca atık enerji (termik santraller veya sanayiden) de ümit vaat etmektedir. MTA verilerine göre 2011 yılı Ocak ayında ülkemizde jeotermal enerji ile ısıtılan sera alanı 2267 dekara ulaşmıştır. Topraksız tarım yapılan sera üretim alanı 2000 yılında 200 dekar iken, 2011’de bu üretim alanı 5000 dekara ulaşmıştır (Gül, 2012; TSE, 2012).

Bitkilerin su ve besin maddesi gereksinimlerinin karşılanması, bitki köklerinin ışık görmeyen bir ortamda olması, bitki kök bölgesinde yeterli oksijenin bulunması ve bitkilerin ayakta durmalarının sağlanması topraksız

tarımın temel prensipleri olarak özetlenebilir. Bu temel prensiplere dikkat edildiğinde evlerde veya ofislerde sebze ve süs bitkilerinin, okullarda bitkilerin, küçük alanlarda sebzelerin, seralarda ticari olarak bitkilerin ve hayvan yem bitkilerinin yetiştiriciliği gibi amatörden ticariye topraksız tarım çok farklı amaçlar ile kullanılabilmektedir (Gül, 2008).

Topraksız tarımın geleneksel tarzda toprakta yapılan yetiştiricilikten üstün yönleri; toprağın bitkisel üretime uygun olmadığı yerlerde (çöller, kayalık alanlar, çorak araziler, bataklıklar vb.) üretimi mümkün kılması, su kullanım etkinliğini arttırması, bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi, verim ve kalitenin artması, gerekli iş gücünün azalması, sulamanın kolaylaşması, özellikle kıvırcık salata, çilek gibi türlerin yetiştiriciliğine uygun olan dikey sistemler ile birim alanda yetiştirilen bitki sayısının artması, ortam sterilizasyonuna gerek kalmaması veya kolaylaşması, sertifikalı üretimin daha kolay olması şeklinde sıralanabilir. Bu üstün özelliklerine karşılık topraksız tarımda başarı teknik bilgiye dayalıdır. Toprak, sulama ve gübreleme hatalarını bir dereceye kadar tolere edebilmektedir. Topraksız tarımda yapılan hataların sonuçları ise hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle topraksız tarım, geleneksel tarzda yapılan yetiştiriciliğe kıyasla, teknik bilgi gerektiren bir yetiştiricilik şeklidir. Başlangıçta yapılan hataların üretime başladıktan sonra giderilmesi güç olacağından, özellikle yüksek yatırım gerektiren modern topraksız tarım işletmelerinde arazi seçimi, işletme tesisi, personel seçimi gibi her aşamada titiz davranılmalıdır (Gül, 2008).

Topraksız tarım, su kültürü ve substrat kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su kültüründe, bitki kökleri besin çözeltisinin içinde gelişir (durgun su kültürü) veya besin çözeltisi bitki kökleri boyunca akıtılır (akan su kültürü) ya da besin çözeltisi bitki köklerine sis şeklinde uygulanır (aeroponik). Substrat kültüründe ise bitkiler organik veya inorganik materyaller içerisinde yetiştirilmekte; bitkilerin su ve besin gereksinimlerini karşılamak için genellikle besin çözeltisi kullanılmaktadır. Su kültürü sistemleri daha ayrıntılı teknik donanım ve kesintisiz elektrik enerjisi gerektirdiğinden, besin çözeltisinin havalandırılması ile ilgili sorunlar ortaya çıktığından ve sıcak bölgelerde yaz aylarında besin çözeltisi sıcaklığının 35°C'nin üzerine çıkması bazı hastalık etmenlerinin çözeltide çoğalıp sonuçta köklerin ölümüne yol açtığından ticari bitki yetiştiriciliğinde substrat kültürü daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Sevgican, 2002; Gül, 2012; TSE, 2012).

Topraksız yetiştirme ortamları organik ve inorganik olmak üzere esasen iki gruba ayrılmaktadır. İnorganik ortamların bazıları sadece kırma ve eleme işlemleri sonrasında kullanılmaktadır (doğal inorganik ortamlar), işlem görmüş olan inorganik ortamlar (perlit, kayayünü gibi) ise ısıtıl işlem sonrasında elde edilmektedir. Substratlar “inert substratlar” ve “kimyasal olarak aktif substratlar” olarak da sınıflandırılmaktadır. İnert olan substratlar kimyasal olarak tesirsizdir, yani besin çözeltisi ile tepkimeye girmezler. Kimyasal olarak aktif substratlar ise besin elementlerini tutabilir veya ortama besin elementi verebilirler. İnorganik materyallerin çoğu kimyasal olarak tesirsizdir. Organik ortamlar ise az veya çok kimyasal olarak aktiftirler. Türkiye’de ticari topraksız tarım işletmelerinde perlit, kayayünü ve Hindistan cevizi torfu (cocopeat) yaygın olarak kullanılan yetiştirme ortamlarıdır (Sevgican, 2002; Gül, 2012; TSE, 2012).

Perlit, ülkemizde bol bulunan volkanik kökenli bir kayadır, kırılarak milimetrik boyutlara getirildikten sonra 800-1000°C arasında ısıtıl işleme tabi tutulur, bu işlemin sonucunda hacminin 20 katına kadar genleşir. Genleşme sonucu elde edilen düşük yoğunluktaki gözenekli materyal farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Tarımda kullanılan perlitin tanecik çapı 0-6 mm arasında değişmektedir. Topraksız ortam olarak en önemli olumlu özellikleri hafif ve steril oluşu, havalanma kapasitesinin yüksek olması, su ve besin maddelerini bitkilerin kolayca alabileceği şekilde tutması, inert olması ve pH’sının nötr olması şeklinde özetlenebilir. Atık sorunu yoktur (Sevgican, 2002; Gül, 2012; TSE, 2012).

Kayayünü, bazalt, kireçtaşı ve kok kömürü karışımından elde edilmektedir. Bu karışım yaklaşık 1500°C sıcaklıkta eritilir, elde edilen eriyik çok hızlı bir şekilde dönen silindirlerden geçirilerek ince liflere dönüştürülür, preslenir ve genelde plastik ambalajlı olarak pazarlanır. Kullanım amacına (tohum ekimi, fide üretimi ve serada bitki yetiştirme) bağlı olarak farklı boyutlarda üretilmektedir. Hafif bir materyaldir, kimyasal olarak aktif değildir, sterildir. Ancak topraksız tarım sonrası atık sorunu bulunmaktadır (Sevgican, 2002; Gül, 2012; TSE, 2012).

Hindistan cevizi torfu, Hindistan cevizi meyvelerinin kabuk kısmından elde edilmektedir. Hindistan cevizi bitkisinin yetiştirildiği Sri Lanka, Filipinler, Endonezya, Hindistan ve Latin Amerika ülkeleri tarafından üretilmektedir. Nakliye kolaylığı sağlamak üzere genelde sıkıştırılmış bloklar halinde satılmaktadır, kullanım öncesi su ile şişirilir. Ürünün kaynağına ve üretim sırasında gördüğü işlemlere bağlı olarak özellikleri değişebilir. Atık sorunu yoktur (Sevgican, 2002; Gül, 2012; TSE, 2012).

Farklı yetiştirme ortamlarının birçok parametreye önemli etkide bulunduğu belirtilmektedir. Yapılan bir çalışmada verim ve bitki gelişmesi açısından en olumlu sonuçları % 100 torf, % 50 torf + % 50 kum, % 50 torf + % 50 perlit ve % 50 torf + % 50 volkan tüfü ortamları vermiştir. Bu ortamlardaki bitkiler daha fazla bir vejetatif gelişme göstermişler en kalın gövdeli ve en uzun bitkiler bu ortamlardan elde edilmiştir. Vejetatif gelişmeye bağlı olarak da diğer ortamlara göre daha fazla solüsyon kullanmış olmalarına rağmen birim solüsyona karşılık en yüksek ürünleri yine bu ortamlar vermişlerdir. Sonuç olarak; % 100 torf, % 50 torf + % 50 perlit, % 50 torf + % 50 kum ve % 50 torf + % 50 volkan tüfü ortamları seralarda topraksız kültürde domates yetiştiriciliğinde üreticilere tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur (Şahin vd., 1998).

Bitkilerin gelişmesine ortamın su tutma kapasitesi, havalanması, organik madde miktarı, pH durumu, sıcaklığı ve kasyon değişim kapasitesi gibi faktörler de etki etmektedir (Kacar, 1989).

Olumlu sonuç veren ortamlar genelde torfun yoğun bulunduğu ortamlardır. Torf tek başına kullanıldığında da olumlu sonuç verebilmektedir. Torfla karışımında olumlu sonuçlar alınan perlit, kum ve volkan tüfü materyallerinde hiç organik madde bulunmamaktadır. Ancak drenajları iyi, perlitin su tutma kapasitesi yüksek, ısınmaları kolay olduğu için torf ile karıştırılmaları, bitkide kök gelişimi için uygun bir ortam sağlamaktadır. Buna bağlı olarak bitkilerin su ve besin elementlerinden yararlanma oranları artmaktadır (Şahin vd., 1998).

Farklı yetiştirme ortamları meyvelerin bazı kalite faktörleri üzerine de etkide bulunmuşlardır. Meyve suyunda pH, titre edilebilir asitlik, suda çözünabilir kuru madde ve vitamin-C değerlerinde farklılıklar olmuştur. Meyve suyu pH'sı düşük olan ortamlarda asitlik normal sonuç olarak yüksek bulunmuştur. Çünkü meyve suyunda asitlik pH ile yakından ilgilidir. Asidik karakterli ortamlarda yetiştirilen bitkilerde pH'nın düşük, asitliğinse yüksek olması beklenir. Meyvelerin içermiş olduğu vitamin-C miktarları arasında da farklılık olmuştur. Vitamin-C üzerine pek çok faktör etki etmektedir. Çeşit, gübreleme, sulama, ışık bunlar arasında sayılabilir. Genelde seralarda yetiştirilen domateslerde vitamin-C tarlada yetiştirilenlerden daha düşüktür. N fazlalığı vitamin-C'yi azaltır, K ve Mg ise artırıcı etki yapar. Ortamlara uygulanan solüsyon miktarlarının ve ortamların fiziksel özelliklerinin birbirinden farklı olmasının ortamlar arasında vitamin-C bakımından farklılığın çıkmasına neden olduğu sanılmaktadır (Karaçalı, 1990).

Topraksız tarımda bitkilerin su ve besin gereksinimleri, bitki gelişimi için mutlak gerekli besin elementlerinin tümünü içeren besin çözeltisinin uygulanması ile karşılanır. Su kültüründe çözelti uygulaması seçilen topraksız tarım tekniğine göre gerçekleştirilmektedir, bitkiler uygulanan besin çözeltisinden belli bir süre faydalanmakta (kapalı sistem), çözelti seviyesi kontrol edilerek eksilen miktar su ve stok çözelti ilavesi ile tamamlanmaktadır. Substrat kültüründe besin çözeltisi uygulaması; damla sulama sistemi ile besin çözeltisinin yetiştirme ortamına üstten ve besin çözeltisinin yetiştirme ortamına alttan verilmesi (kapılar sistemi) olarak iki şekilde yapılır. Substrat kültüründe özellikle ticari sistemlerde, besin çözeltisi genelde damla sulama sistemi ile verilir. Besin çözeltisi, kullanılan ortamın özellikleri ve hacmi ile bitkinin gelişme dönemi ve iklim koşulları dikkate alınarak verilen çözeltinin yaklaşık % 20'si drene olacak şekilde uygulanır. Besin çözeltisinin uygulanışına göre, substrat kültürü açık ve kapalı sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Açık sistemde bitki kök bölgesinden drene olan çözelti atılır, kapalı sistemde ise drene olan çözelti toplanarak su ve stok çözeltilerin ilavesinden sonra sistemde tekrar dolaştırılmaktadır. Kapalı sistemler su ve gübre tasarrufu sağlar, atılan çözelti miktarı azaldığından çevreyi kirletme riski daha azdır. Kapılar sistemler hobi amaçlı kullanım için daha uygundur. Bu yöntemde besin çözeltisi yetiştirme ortamına dipten uygulanmakta ve ortam içinde kapilarite ile yükselmektedir. Besin çözeltisi tankı, saksılar ve üzerinde valf bulunan saksı altlıklarına gereksinim vardır. Besin çözeltisi tanktan saksı altlıklarına valflerin açılıp kapanması ile iletilmektedir (Resh, 1991; Raviv and Lieth, 2007).

Topraksız tarımın geleneksel tarzda toprakta yapılan yetiştiriciliğe kıyasla daha masraflı bir üretim şekli olduğu düşünülmekle birlikte maliyetler kullanılan tekniğe bağlı olarak farklılık göstermektedir. Masraf unsurları yatırım masrafları ve işletme masraflarından oluşmaktadır. İşletmenin sahip olduğu sermayeye bağlı olarak topraksız tarım farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Ülkemizde topraksız tarım yapılan modern sera işletmelerinde arazi satın alma bedeli hariç olmak üzere, yatırım masrafı (topraksız tarım sistemleri dahil) plastik örtülü seralar için 50-60 €/m², cam seralar için ise 70-85 €/m² olarak hesaplanmaktadır. Domates üretiminde yıllık işletme giderleri (üretim, personel ve pazarlama giderleri), işletmenin büyüklüğüne bağlı olarak 15500-25000 €/dekar arasında değişmektedir. Bu nedenle modern işletmelerde, işletme büyüklüğü kârlılığı büyük ölçüde etkilemektedir. Topraksız tarım yapılan modern seralarda, ülkemiz koşullarında verimin 35-40 kg/m² düzeyinde olabileceği düşünülmektedir.

Geleneksel tarzdaki çiftçi seralarında çok daha düşük maliyetler ile topraksız tarım sistemlerinin kurulması mümkündür. Örneğin, Tahtalı Barajı Koruma Havzasında mevcut üretici seralarını topraksız tarıma geçirmek için gerekli yatırım masrafı 4.5 \$/m² olmuştur. Nisan-Kasım ayları arasında hıyar yetiştirilen bu seralarda, başarılı üreticiler 32-44 kg/m² arasında değişen düzeylerde verim alabilmiştir.

Toprak dezenfeksiyonu gereğini ortadan kaldırması nedeniyle, topraksız tarım çevre dostu üretim şekli olarak gündeme gelmiştir. Ancak, dikkat edilmediği takdirde topraksız tarımın da çevreye olumsuz etkileri olabilir. Topraksız tarımda atılan besin çözeltileri, atılan plastikler (yer örtüsü olarak kullanılan, yetiştirme yerlerinin hazırlığında kullanılan plastikler vb.) ve atılan yetiştirme ortamları çevre kirliliğine yol açmaktadır. Topraksız tarımın çevreye olumsuz etkilerini en aza indirmek için; atılan çözelti miktarını azaltmak amacıyla kapalı sistem kullanılmalı, atılan substrat (yetiştirme ortamı) miktarını azaltmak üzere ise substratların bir üretim döneminden fazla kullanılması tercih edilmeli (denemeler pek çok topraksız ortamın 4-5 yıl süreyle kullanılabileceğini ortaya koymuştur), kullanım sonrası arazi ıslahında veya inşaat sektöründe kullanılabilmeleri nedeniyle geri dönüşümü kolay olan yetiştirme ortamları tercih edilmelidir. Ancak plastik ambalajları ile atıldığında, ortamların tümü çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu nedenle üretim dönemi sonunda, yetiştirme ortamları plastik ambalajından ayrılmalı ve uygun şekilde geri dönüşümleri sağlanmalıdır. Plastikler de kullanım sonrası çevreye atılmamalı, toplanarak geri dönüşümü sağlanmalıdır (Gül, 2008; Gül, 2012).

Artan dünya nüfusuna karşın sınırlı olan tarım alanları erozyon, çoraklaşma, şehirleşme ve sanayi kuruluşlarının üretim alanlarına kurulması nedenleriyle azalmaktadır. İnsanoğlu kendisinin ve gelecekteki nesillerin besin ihtiyaçlarını karşılayabilmek, daha az iş gücü ile daha verimli ve kaliteli ürün elde etmek amacı ile yeni üretim yöntemlerinin arayışı içine girmiştir. Modern tarımda uygulanan en önemli üretim tekniklerinden birisi de topraksız kültürdür. Bilindiği üzere, bitki gelişmesi çok çeşitli faktörlerin etkisi altında olup, bitki köklerinin geliştiği ortam koşulları, verim ve ürün niteliğini belirleyen temel faktörlerin başında gelir (Özgümüş ve Kaplan, 1992).

Seralarda bitkilerin istedikleri iklim koşulları, onların biyolojik optimumlarına yaklaştığı sürece yetiştiricilikte başarı artmakta; daha yüksek verim ve kaliteli ürünler elde edilebilmektedir. Sera içerisinde sıcaklık, hava

oransal nemi, ışıklanma ve havanın gaz bileşimi gibi atmosferik koşulların denetlenmesi dışında, bitkilerin kök bölgesindeki koşulların kontrol edilmesi büyük oranda topraksız yetiştiricilikle (uygun besin zeltisi ve substrat kullanımı, kök bölgesi ısıtması, parazit ve hastalıklara karşı temiz substrat vb.) sağlanabilmektedir. Söz konusu kontrollü şartların sağlanması ve ileri yetiştirme tekniklerinin kullanılmasıyla elde edilen ürün kalite ve miktarı arttırılabilir, i ve dış pazarda yüksek fiyatla alıcı bulunabilir, iş gücünden tasarruf sağlanabilir ve raf ömrü uzun ürünler yetiştirilebilir (Daşgan ve Abak, 1999).

2.3. Bazı Sebzeler ve Biber eşitlerinde Sulamaya İlişkin alışmalar

Sanayileşme ve hızlı kentleşme nedeni ile giderek daralmakta olan tarım alanlarından ve buna bağlı olarak azalmakta olan sulama suyundan, en yüksek yararın sağlanabilmesi için birim alandan birim su ile daha fazla ürün elde edilmesi gereklidir. Bu nedenle, yetişme döneminde bitkilerin gereksinim duyduğu sulama suyu miktarının ve dolayısıyla su tüketimlerinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, bitki su tüketimleri büyük ölçüde bitkinin gelişme süresi, toprak ve iklim koşullarına bağlı olduğundan, bu koşulların farklılık gösterdiği yörelerde ayrı ayrı belirlenmesi ve bitkinin optimum ürün vermesini sağlayacak sulama programlarının oluşturulması önem taşımaktadır (Ertek vd.,2002).

Tarımda en fazla ürün artışı, evre koşullarının kontrol altında tutulduğu seralarda ya da örtü altlarında sağlanabilir. Aynı zamanda piyasaya sürekli taze sebze ve meyve verebilmek, tarımda mevsimlik iş gücü kullanımını tüm yıl boyunca değerlendirmek ancak seracılıkla mümkündür (Yüksel, 1989).

Çağdaş sera teknolojisinde en yaygın ve geniş olarak uygulanan sulama yöntemleri yağmurlama ve damla sulama yöntemleridir (Macit vd., 1980). Türkiye’de özellikle Akdeniz kıyı şeridinde 1970’li yılların sonundan itibaren damla sulama sistemleri giderek artan oranlarda kullanılmaktadır (Tekinel vd., 1987).

Serada bitki yetiştiriciliğinde bitki gelişimi için gerekli su, açık alandaki yetiştiricilikten farklı olarak yalnızca sulama ile karşılanmaktadır. Bu durum, küçük bir alanda yüksek verimin sağlanmasını amaçlayan ve yüksek yatırımlarla gerçekleştirilen seralarda sulama uygulamalarının öneminin daha da arttırmaktadır. Serada yapılan üretimlerde suyun bitkilerin uygulanmasını sağlayan pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, günümüzde giderek terk edilen yüzey sulama

yöntemlerinin yanı sıra gelişen teknolojinin sağladığı çeşitliliğe uygun olarak artan uygulama alanı bulan ve bitki üretim tekniklerine bağlı olarak değişime uğramış, bilinen modern sulama yöntemleridir. Üretici koşullarında, günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem -pek çok üstün yönleri nedeniyle- damla sulamadır. Damla sulama sistem unsurlarının gerek ülkemizde üretilmesi, gerekse ithal edilmesi yaygınlaşma hızını arttırmıştır. Diğer taraftan, bitkisel üretim girdilerinin etkinliğini arttıran ve bu biçimi ile çağdaş tarımda yüksek verimliliğin ayrılmaz parçası olan sulamaya, bitkisel üretim için kök bölgesinde eksik olan suyun en uygun düzeyde tutulması açısından da bakılmaktadır. Bu nedenle, bitkide verim ve kalite düşüklüğüne sebep olabilecek bir su stresini önlemek amacıyla, bitkiye gelişme süreci içerisinde gereksinim duyulan sulama suyunu gereken miktar ve zamanlarda uygulamak gerekir ki, bu da var olan koşullara göre etkili bir sulama programının yürütülmesi ile olasıdır. Günümüzde sulamanın programlanmasına yönelik olarak, toprağa, bitkiye ve iklime dayalı izleme tekniklerini kullanan birçok yöntem geliştirilmiş olmasına karşın, ülkemiz seralarının büyük bir bölümünde arzu edilen düzeyde bilimsel yöntemler kullanılmamaktadır. Üreticiler sulamayı genellikle bitki veya toprağın durumunu görsel olarak inceleyerek programlamaktadırlar. Bu durum ise su, gübre ve enerjinin etkin kullanılmamasının yanı sıra, çevre kirlenmesi, taban suyunun yükselmesi ve drenaj sorunlarının artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, sulama suyu kalitesi, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verimlilik durumunun bilimsel düzeyde belirlenmemesi verim ve kalite azalması ile sonuçlanabilmektedir (Anonim,2013b).

Örtü altında, yağışlardan yararlanılmadığı için, sulama açıkta yapılan yetiştiriciliğe oranla daha çok önem kazanmaktadır. Bitkilerin gelişmesi, kök bölgesinde ve bitki bünyesinde bulunan suyun miktarı ile yakından ilişkilidir (Çevik vd., 1996). Sulamadan beklenen yararın sağlanabilmesi için bitkinin suya gereksinim duyduğu zamanın, her sulamada uygulanacak su miktarının ve sulama süresinin hassas bir şekilde belirlenmesi gerekir. Diğer bir deyişle sulama zamanının planlanması doğru yapılmalıdır. Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarı dikkate alınmadan bilinçsizce yapılan sulamalar düşük verim, tuzluluk ve sodyumluluk gibi önemli sorunları gündeme getirmektedir (Öneş vd., 1995). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarı tohumun ekilmesinden, ürünün hasadına kadar, bitki türü ve gelişme durumuna göre oldukça farklıdır. Fidelerin dikiminden sonraki fazla sulamalarda, bitkilerde ince, uzun ve kaba yapılı büyümeler olur. Domateste ilk çiçek salkımları küçük kalır, meyveler oluşmayabilir. Patlıcan ve biberlerde ise çiçeklerin dökülmesine neden olur (Yüksel, 1989).

Örtü altı yetiştiriciliğinde uygun iklim şartlarının sağlanması yapay düzeneklerle oluşturulur. Bu durum, sistemin açık alanda yapılan yetiştiriciliğe nazaran daha karmaşık olmasına neden olur. Dış hava oransal nemi ve sıcaklığı, sera içi oransal nemi ve sıcaklığı, rüzgâr yönü ve hızı, güneş ışıınımı, buharlaşma, toprak sıcaklığı ve benzeri etkenlerin hepsi birbirleriyle etkileşim içerisindeyler. Mükemmel bir otomasyon sistemi bu etkenleri iyi algılayabilmeli, değerlendirebilmeli ve doğru bir sonuç çıkartabilecek yapıya sahip olmalıdır. Seralarda kullanılan otomasyon sistemleri; iklim kontrolü ve sulama-gübreleme otomasyonu olmak üzere iki kısımda incelenebilmektedir. Tüm bu işlemler otomasyonun beynini teşkil eden bir bilgisayar ünitesi ve üzerinde yüklü bir program tarafından yürütölür (Kürklü vd., 2005).

Sebzeler bileşiminde yaklaşık % 85-90 oranında su bulundurduklarından suya karşı ilgileri büyüktür. Serada yetiştirilen bitkilerin su ihtiyacı, daha çabuk büyümeleri ve daha uzun süre hasat edilmeleri nedeni ile açıkta yetiştirilen bitkilere göre daha fazladır. Damla sulama örtü altı yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan sulama sistemidir. Damla sulama sistemi, bitki besin maddeleri ile beraber bitkide çok fazla su ihtiyacı yaratmadan suyun kök bölgesine verilmesine dayanır. İşletme basıncı genellikle düşük olup, bir atmosfer civarındadır. Örtü altında yetiştirilen sebzeler için damlatıcı debileri saatte 2-4 l olanlar yeterlidir. Damlatıcılar lateraller (damlatıcı borular) üzerinde genellikle 20-33 veya 40 cm aralıklarla bulunur. Suyun sıralar üzerinde daha homojen bir şekilde dağılmasına imkân vermesi nedeniyle 20 cm aralıklı damlatıcılar tercih edilebilir. Damlatıcı aralığı genel olarak hafif bünyeli (kumlu) topraklarda daha dar, ağır bünyeli (killi) topraklarda ise daha geniş tutulmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi arttırmak için mutlaka gübrelemeye ihtiyaç vardır. Serada yetiştirilen sebzeler diğer bitkilerle kıyaslandığında daha fazla besin maddesine ihtiyaç duyarlar. Bitkiler daha uzun yetiştirme süresine sahip üstün verimli hibrit çeşitler olması nedeniyle açıkta yapılan yetiştiriciliğe göre birim alandan daha fazla besin maddesi kaldırırılar. Toprakdan alınan bu besin maddelerinin toprağa tekrar verilmesi gerekir. Gübrelerin suyla birlikte verilmesine fertigasyon denir (TSE, 2012).

Sulama konusunda üreticiler bilinçlenmekte ve her geçen gün damla ve yağmurlama sulama tekniklerini daha fazla tercih etmektedirler. Bu durum özellikle, sebze tarımının daha yoğun yapıldığı Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri'nde yaygındır. Bitki besleme bakımından ise aynı şeyleri söylemek pek mümkün değildir. Üreticiler gübrelemede halen büyük ölçüde gelenek ve

göreneklere bağlı kalmaktadırlar. Toprak ve yaprak analizi sonuçlarına göre gübreleme programları yapıp uygulayan üreticilerin sayısı henüz çok azdır (Abak vd., 2010).

Ortalama değerler incelendiğinde, birim alana kullanılan gübre miktarı bakımından Türkiye Avrupa ülkelerinin hayli gerisinde kalmaktadır. Bir karşılaştırma yapılacak olursa; İspanya, İngiltere ve İtalya'da birim alana verilen gübre miktarlarının Türkiye'de kullanılanın iki katı olduğu; Fransa'da bunun üç katına, Almanya ve Hollanda'da dört katına çıktığı görülmektedir. Ancak Türkiye'de yoğun bir gübreleme yapılmadığı halde, gübre verildiğinde de bu, bilinçsiz bir şekilde yapılmakta ve kullanılan gübre de dengesiz bir şekilde uygulanmaktadır. Türkiye'de uygulanan gübre miktarı Avrupa ülkelerinin bir hayli gerisinde olmasına karşın; Çukurova, Antalya ve Ege'de özellikle sebze tarımında gübre kullanma oranlarının yüksek olduğu da bir gerçektir. Bu durum hem gereksiz gübre tüketimini arttırmakta, hem de insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir (Abak vd., 2010).

Topraksız yetiştiricilik ortam kültüründe, besin çözeltilisinin uygulanma zamanı ve miktarı çeşitli programlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Sulama suyunun damla sulama yöntemiyle uygulandığı koşullarda, her sulama uygulamasında, uygulanan suyun normal koşullarda % 15-25'inin, gerekli olduğu durumda ise % 30-35'inin drene edilmesi, ortamdaki bitki besin maddesi dengesinin sağlanması açısından yararlı olmaktadır (Smith, 1987).

Açık sistemler uygulama kolaylığı sağlamakla birlikte, en büyük dezavantajı; su ve besin elementlerinin dışarı atılması sonucunda, su kullanım randımanını düşürmesi, yüzey ve yer altı sularını kirletmesidir (Van Os, 1999; Gül vd., 2001). Nitekim açık sistemde sonbahar ve ilkbahar yetiştiriciliğinde 1 ha sera alanında ortalama olarak sırasıyla 1027 ve 1081 m³ (Meriç, 2006), bir yıllık üretimden ise 5 ton gübre içeren 2000 m³ besin solisyonunun sera dışına atıldığı, bunun da toprak ve taban suyu kirliliğine neden olduğu bildirilmektedir (Benoit and Ceustermans, 1995). Kapalı sistemlere geçişle birlikte, yüzey ve yer altı sularının kimyasallarla kirlenmesi azaltılabilmekte, geleneksel açık sistem yetiştiriciliğine göre su ve gübre tasarrufu sağlanmaktadır. Kapalı sistemlerde başlıca dezavantajlar ise besin eriyiğinin resirkülasyonu sırasında patojenlerin yayılma riski ve besin elementleri miktarlarında oluşabilecek dengesizliktir (Schröder and Lieth, 2002).

Besin solisyonunun sistemde yeniden dolaştırılması nedeni ile kapalı sistemler patojenlerin bütün sistemde hızla yayılma riskini taşıdığından dezenfeksiyon gerektirmektedir. Besin solisyonunun dezenfeksiyonunda bakterilere, mantarlara ve virüslere karşı etkili olabilen aktif (ısı uygulaması, ozon uygulaması, ultraviyole (UV) radyasyon uygulaması, membran filtrasyonu, aktif hidrojen peroksit (H_2O_2), iyotlama) ve pasif dezenfeksiyon yöntemleri (yavaş kum filtrasyonu) kullanılmaktadır (Öztekin vd., 2003).

Kapiler sistemler; kapalı sistemler içinde, bitkilerin birbirinden bağımsız saksı ya da saksı gruplarında olduğu ve besin solisyonunun dezenfeksiyon gereğinin ortadan kalktığı etkin ve gelecek için umut verici bir uygulamadır. Kapiler sistemler besin eriyiğinin bitki kök bölgesine alttan uygulandığı, ortam içinde kapilarite ile yükseldiği ve herhangi bir atık çözeltinin oluşmadığı sistemlerdir. Sistemin çalışma prensibi, ilgili besin eriyiği deposundan filtreden geçirilerek, kılcal borular yardımıyla alınan eriyiğin bitki kök bölgesinin altından (saksı tabanından) uygulanmasına dayanır. Bu amaçla bitki kök bölgesinin altında saksı tabanına yerleştirilen şamandra esaslı özel vanalar kullanılır. Vanalar yardımıyla saksı tabanında sürekli sabit yükseklikte tutulan besin eriyiği gerek bitki su tüketimi gerekse saksı yüzeyinden olan buharlaşma nedeniyle kapilarite ile yetiştirme ortamı boyunca saksı yüzeyine doğru hareket eder. Kapiler sistemlerde suyun tüketimi zaman ve miktar açısından doğrudan bitki tarafından belirlenmektedir (Meriç ve Öztekin, 2008).

Topraksız tarımda domatesin bitki su tüketimi ve verim değerlerinin araştırıldığı çalışmada, üç yıl boyunca açık sistem ile birlikte altı farklı kapiler paspası (mat) karşılaştırıldığında; bitki su tüketim değerleri birinci ve ikinci yılda açık sistemde 589 ve 709 mm olarak bulunmuş, bu değerler iki yıl boyunca kapiler sistemde 456 ile 586 mm arasında değişmiştir. İlk iki yılın verim değerleri arasında büyük farklılıklar bulunmamakla birlikte üçüncü yılda kapiler sistemden elde edilen verim 31.9 ile 34.5 kg/m^2 arasında değişirken açık sistemde 29.9 kg/m^2 olmuştur (Saarinen and Reinikainen, 1995).

Damla sulama yönteminin ve farklı yetiştirme ortamlarının serada yetiştirilen domateste bitki gelişmesine, verime ve kaliteye etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada ise yetiştirme ortamı olarak torf, kum, perlit, volkan tüfü tek başlarına ve 2'li-3'lü karışımlar halinde, kontrol ortamı olarak da tın bünyeli toprak kullanılmıştır. İki yıl yürütülen araştırmada yetiştiricilik 10 litre hacimli plastik torbalarda yapılmıştır. Bitkilere makro ve mikro besin elementlerini içeren gübrelerden hazırlanan solüsyon damla sulama yöntemi ile üç

devrede farklı konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Bitkilere uygulanacak solüsyon miktarları ortamlara yerleştirilen tansiyometrelerle belirlenmiştir. Araştırmada bitki başına toplam ürün, ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve sayısı, birim hacim solüsyona (1 litre) karşılık alınan ürün, vejetasyon süresince uygulanan solüsyon miktarları, ilk salkıma kadarki yaprak sayıları, bitki gövde çapları, bitki boyları, meyve suyunda pH, titre edilebilir asitlik, vitamin-C ve SÇKM parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak torf ve torfun % 50 karışım halinde bulunduğu ortamlar tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur (Şahin vd., 1998).

Farklı su uygulama düzeyi ve sulama aralığının, yüksek plastik tünel altında yetiştirilen baş salatanın verim ve kalitesine etkisini belirlemek amacıyla, 2001 ve 2002 yılları arasında Bursa Yenişehir’de yürütülen deneme; tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve sulama suyu, farklı iki sulama aralığında (3-6 gün) ve üç su uygulama düzeyinde verilmiştir. Bitkiye su, A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarının, belirli bir yüzdesi şeklinde (0.50, 1.00 ve 1.50), damla sulama yöntemi ile uygulanmıştır. Denemede verim ve kalite gözlemleri, her parseldeki altı bitki üzerinde yapılmış, bu amaçla bitki ağırlığı, taç çapı ve bitki boyu ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; farklı sulama aralığı ve su uygulama düzeylerinin bitki ağırlığı, taç çapı ve bitki boyu üzerinde etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur (Yazgan vd., 2006).

Van Yöresi’nde, sera koşullarında yetiştirilen patlıcan bitkisi için en uygun sulama suyu miktarı ve sulama aralığının belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. İki sulama aralığı (S1: 3 ve S2: 6 gün), üç pan katsayısı (Kp1: 0.80; Kp2: 1.20 ve Kp3: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. Programlı sulamalara dikimi takiben verilen can suyundan üç gün sonra başlanmış ve konulara üç ve altı günde bir sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; sulama konularına ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 452-696 mm, elde edilen patlıcan verimleri ise 5145.9-6518.0 kg/da arasında değişmiştir. Sulama suyu hesabında bitki örtü yüzdesinin dikkate alındığı Kp3’lü konularda birim su başına en yüksek toplam ve erkenci verim elde edilmiştir. Konulara göre ET/Epan oranları ise 0.80-1.20 arasında değişmiştir. Ayrıca, sulama programlarının verim üzerinde istatistiksel önemli bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır. Sonuçta, Van Yöresi sera koşullarında patlıcan bitkisinde, sulama suyu hesabı için pan katsayısının gelişme mevsimi boyunca bitki örtü yüzdesindeki artışa bağlı olarak, işçilik ve zaman tasarrufu açısından da sulama aralığının altı gün alınması önerilmektedir (Ertek vd., 2002).

Hıyar bitkisinin sulama suyu miktarının büyüme, gelişme ve verime etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada; sulama suyu miktarı A sınıfı buharlaşma kabından faydalanılarak dört farklı sulama düzeyinde (Kp1: 0.60, Kp2: 0.80, Kp3: 1.00, Kp4: 1.20) ve nem açığına göre günde bir sulama yapılmıştır. Çalışma 2002-2003 yıllarında Samsun koşullarında 120 m² taban alanlı yay çatılı plastik serada gerçekleştirilmiştir. Konulara ilişkin ortalama mevsimlik sulama suyu, bitki su tüketimi ve verim sırasıyla 478-1108 mm, 498-1316 mm ve 82-132.5 kg/m² değerleri arasında değişmiştir. Araştırma sonuçları hıyarın sera koşullarında buharlaşma kabı katsayısının 1.00 alınarak sulanabileceğini göstermiştir. Konulara verilen sulama suyu ve bitki su tüketimine bağlı olarak bitki büyüme parametrelerinde (bitki boyu, gövde çapı) önemli değişimler gözlenmiştir (Cemek vd., 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma, 2010-2012 yıllarını kapsayan iki ilkbahar ve iki sonbahar bitki yetiştirme döneminde, Ege Üniversitesi Bergama Melek Yüksek Okulu Yusuf Perin yerleşkesinde kurulan PE örtülü serada gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü.

Sera içerisinde sulama otomasyon ile sağlanmış, gerektiğinde ortam içi sıcaklığını düşürerek sera içi nemini dengelemeye yönelik sisleme başlıkları kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sulama sistemi otomasyon birimi ve sisleme başlığının genel görünümü.

Deneme süresince, sera iç iklimine bağlı olarak sera iç gölgelemesi ve bunun yanında sera içindeki bazı meteorolojik verileri (sıcaklık ve nem) ölçmek amacıyla bir adet iklim istasyonu kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Sera iç gölgelemesinin ve iklim parametrelerini ölçen (sıcaklık ve nem) iklim istasyonunun genel görünümü.

3.1.1. Bitkisel materyal

Biber, *Solanaceae* familyasından, ılıman ve subtropik ülkelerde bir yıllık, tropikal ülkelerde iki yıllık veya çok yıllık yetiştirilen bir bitkidir.

Dünya’da üretilen 12000000 ton biberin yaklaşık % 23’ü Çin’de, % 10’u Türkiye’de, % 9’u Nijerya’da üretilmektedir. Ayrıca İspanya, Meksika, İtalya, Sırbistan, Makedonya, Bosna Hersek ve Romanya dünyada biber üretimi yüksek olan ülkelerdir.

Dünya biber üretiminde % 10’luk bir paya sahip olan Türkiye’de, yılda üretilen 1200000 ton biberin yaklaşık % 60’ını sivri biber, % 28’ini dolma biber, % 4’ünü çarliston biber, % 8’ini kapyra, domates biberi, kurutmalık biberler, toz veya pul biber elde etmeye uygun biber tipleri teşkil eder (Anonim, 2003).

Araştırmada bitkisel materyal olarak, “Süper Amazon F1” biber çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.4). Örtü altı tek mahsul ve erken ilkbahar ekimlerine uygun hibrit sivri biber çeşididir. Erkenci ve kuvvetli bir bitki gelişimine sahiptir. Meyve ağırlığı 26-27 g olup, meyve uzunluğu 24-25 cm’dir. Meyve rengi parlak koyu yeşil ve hafif körüklüdür. Meyve kalitesi çok iyi ve ihracata uygundur. Soğuk havalarda diğer çeşitlere göre % 30 verim fazlası olan bir çeşittir. Hastalıklara ve kök çürüklüğüne karşı dayanıklıdır (Anonim, 2013a).



Şekil 3.4. Fidelerin dikimden önceki görünüşü.

3.1.2. Yetiştirme ortamı

Araştırmada, çapı 26 cm ve yüksekliği 24 cm boyutlarında, alttan drenaj çıkışları bulunan plastik saksılar kullanılmıştır. Denemelerde topraksız yetiştiricilik şekli olarak saksı yetiştiriciliğinde ortam kültürü seçilmiş olup, yetiştirme ortamı olarak bölgemiz koşullarında kullanılabilirliği daha önceki araştırma sonuçları ile de kanıtlanmış, tarımsal amaçlı Hindistan cevizi kabuğu lifi ve taneciklerinin % 60'ı 2-5 mm boyunda olan süper iri perlit kullanılmıştır. Perlit ve Hindistan cevizi kabuğu lifi bitki başına toplam 8 litre ortam hacmi olacak şekilde 1:1 oranında karıştırılarak saksılara doldurulmuştur. Her üretim dönemi sonunda saksılar içerisindeki yetiştirme ortamları boşaltılmış ve saksılar temizlenerek yıkanmış, böylece bir sonraki döneme hazırlanmıştır. Ayrıca hasarlı saksılar yenileri ile değiştirilmiş ve her üretim dönemi başlangıcında yeni yetiştirme ortamları hazırlanarak saksılar doldurulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan perlit ve Hindistan cevizi kabuğu lifi.

3.1.3. Sulama sistemi

Yetiştirme sistemi olarak, besin eriyiğinin bitkilere damla sulama yöntemi ile uygulandıktan sonra drenaj çözeltisinin sera dışına uzaklaştırıldığı açık sistem kullanılmıştır.

16 mm dış çapında PE borulardan oluşan damla sulama lateralleri her bitki sırası için birer tane yerleştirilmiş olup, her bitki (her saksıya bir tane olacak şekilde) için 2 litre/saat debi sağlayan basınç düzenleyicili bir adet damlatıcı boru üzerine bağlanmıştır.

Sulama uygulamalarında kullanılmak üzere, dört farklı tuz düzeyi uygulaması gereği dört adet ayrı tanktan yararlanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Lateral boru hattı ve farklı tuzluluk düzeyi tanklarına ilişkin görünüm.

Konuların ilişkili olduğu her bir tanktan besin çözeltisinin alınıp ilgili konulara iletilmesi amacıyla dört adet elektromotopomp kullanılmıştır. Böylece

toplam sekiz farklı uygulama için gerekli düzenek hazırlanmıştır. Her bir uygulama için pompa çıkışında ayrı basınç regülatörü, sayaç, filtre, elektrikli vana kullanılmış ve sulamaların otomasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sulama sistemi otomasyon birimi ve sistemi oluşturan elektromotopomp, sayaç, filtre ve vanalar.

3.2. Yöntem

Araştırmada, topraksız yetiştiricilik şekillerinden biri olan saksı yetiştiriciliğinde ortam kültürü bitki yetiştirme sistemi olarak seçilmiş ve yetiştiricilik açık besleme sistemi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma kapsamındaki çalışmalar iki yıl süresince dört ayrı üretim dönemini kapsayacak şekilde yürütülmüş ve her üretim dönemine ait veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.2.1. Araştırma konuları

Araştırma kapsamında incelenen faktörler aşağıdaki gibidir.

Yıkama Oranları

- YO₁ (% 15-20)
- YO₂ (% 35-40) olmak üzere iki farklı yıkama oranı (drenaj/sulama suyu miktarı) oluşturulmuştur.

Verilen sulama suyu miktarlarının % 15-20'si drenaj olarak elde edildiğinde YO₁ (1. Yıkama oranı), sulama suyu miktarlarının % 35-40'ı drenaj olarak elde edildiğinde ise YO₂ (2. Yıkama oranı) konusu oluşturulmuştur.

Tuzluluk Düzeyleri

- K (Kontrol: besin eriyiği reçetesine göre ortaya çıkan tuzluluk seviyesi;
pH= 5.5-6.5) (T₁)
- Kontrol + 2 dS/m (T₂)
- Kontrol + 4 dS/m (T₃)
- Kontrol + 6 dS/m (T₄)

Besin çözeltisinin ve tuzluluk konularının oluşturulduğu tanklar EC değeri 0.35-0.40 dS/m ve pH'sı 5.5-6.5 arasında olan kaynak suyu (dağdan gelen su) veya benzer özelliklerdeki şebeke suyuyla doldurulmuştur. Eşit miktarda suyla doldurulan dört tanka da Çizelge 3.2'de belirtilen besin reçetesine uygun olacak şekilde (tüm tanklara eşit miktarda) besin çözeltisi eklenmiştir. Sadece su ve besin çözeltisinin doldurulduğu tankta oluşan EC (1.4-1.5 dS/m) ve pH (5.5-6.5 değerleri arasında) ile K (Kontrol) konusu oluşturulmuş ve tüm üretim dönemlerinde kontrol konusu olarak adlandırılan bu tanktaki tuzluluk düzeyi T₁ ile ifade edilmiştir. Diğer üç tanktaki tuzluluk düzeyleri ise T₁ konusundaki EC değerinin 2, 4 ve 6 dS/m fazlası olacak şekilde, deniz tuzu eklenerek elde edilmeye çalışılmıştır. Böylece T₂ (3.4-3.5 dS/m), T₃ (5.4-5.5 dS/m) ve T₄ (7.4-7.5 dS/m) tuzluluk konuları oluşturulmuştur. pH değerleri ise 5.5-6.5 arasında tutulmaya çalışılmıştır.

3.2.2. Araştırma alanı ve saksıların hazırlanması

Deneme tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak üç tekerrürlü kurulmuştur. Her parsel altı bitki (saksı) yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Fideler sıra arası 80 cm, sıra üzeri 30 cm olacak şekilde (4 bitki/m²) saksılardaki yerlerine dikilmişlerdir. Ana parsellerde yıkama oranları, alt parsellerde ise farklı tuzluluk düzeyleri denenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Fidelerin dikim aşaması ve dikimden hemen sonraki genel görünümü.

Araştırmanın yürütüldüğü dönemlere ilişkin fide dikim, ilk ve son hasat tarihleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Dikim, ilk ve son hasat tarihleri.

DENEME YILI	DİKİM	İLK HASAT	SON HASAT
I. Üretim Dönemi (I. Sonbahar)	02.09.2010	27.10.2010 (8. Hafta)	09.12.2010 (14. Hafta)
II. Üretim Dönemi (I. İlkbahar)	30.03.2011	16.06.2011 (11. Hafta)	23.07.2011 (16. Hafta)
III. Üretim Dönemi (II. Sonbahar)	23.08.2011	14.10.2011 (7. Hafta)	28.11.2011 (14. Hafta)
IV. Üretim Dönemi (II. İlkbahar)	29.03.2012	01.06.2012 (9. Hafta)	29.06.2012 (13. Hafta)

Fideler, denemenin I. üretim döneminde 02.09.2010, II. üretim döneminde 30.03.2011, III. üretim döneminde 23.08.2011 ve IV. üretim döneminde 29.03.2012 tarihlerinde saksılardaki yerlerine dikilmiştir. I. bitkisel üretim dönemi boyunca, 27.10.2010 (8. Hafta) tarihinden itibaren başlayan hasatlar 09.12.2010 (14. Hafta) tarihinde sona ermiş ve toplam 7 hasat yapılmıştır. II. bitkisel üretim dönemi boyunca, 16.06.2011 (11. Hafta) tarihinden itibaren başlayan hasatlar 23.07.2011 (16. Hafta) tarihinde sona ermiş ve toplam 5 hasat yapılmıştır. III. bitkisel üretim dönemi boyunca, 14.10.2011 (7. Hafta) tarihinden itibaren başlayan hasatlar 28.11.2011 (14. Hafta) tarihinde sona ermiş ve toplam 5 hasat yapılmıştır. IV. bitkisel üretim döneminde ise 01.06.2012 (9. Hafta) tarihinde başlayan ve 29.06.2012 (13. Hafta) tarihinde sonlandırılan üretim dönemi boyunca toplam 5 hasat yapılmıştır.

YO ₁ (%15-20)		YO ₂ (%35-40)		YO ₁ (%15-20)		YO ₂ (%35-40)		YO ₁ (%15-20)		YO ₂ (%35-40)
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
K+2		K+4		K+2		K		K+6		K
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
K		K+6		K+4		K+2		K		K+4
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
K+4		K+2		K		K+6		K+4		K+2
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
-O-		-O-		-O-		-O-		-O-		-O-
K+6		K		K+6		K+4		K+2		K+6
I. TEKERRÜR				II. TEKERRÜR				III. TEKERRÜR		

Şekil 3.9. Araştırmada kullanılan deneme deseni.

3.2.2.1. Saksıların hazırlanması

Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamı, çapı 26 cm ve yüksekliği 24 cm boyutlarında alttan drenaj çıkışları bulunan plastik saksılara her saksıya bir bitki olmak üzere 1:1 oranında perlit+Hindistan cevizi lifi 8 litre ortam kök hacmi sağlanacak şekilde doldurulmuştur. Saksılar alttan drenaj deliklerine sahip olup, her parselde bir drenaj kanalı hizmet edecek şekilde 6 saksı yerleştirilmiştir. Galvaniz saçtan yapılan drenaj kanalları sonunda drenajı toplamak amacıyla delikler açılmış ve fazla suyun toplama kovalarında birikmesi sağlanmıştır.

Kanallardan drene olan besin çözeltisinin ilgili drenaj kovalarına ulaştırılmasında; gerek saksıların içerisine doldurulan kök bölgesi ortamlarının yüzeyinden, gerekse de galvaniz saçların yüzeyinden sıcaklığın etkisiyle meydana gelebilecek buharlaşma kayıplarını en aza indirmek amacıyla plastik örtü (malç) malzemesi kullanılmıştır (Şekil 3.10). Malç malzemeleri UV katkılı olup uzun yıllar kullanılabilirler. Ayrıca, toprak ısını korur, yabancı otların çıkışını ve bitkilerin gelişimine engel olan zararlı tohumların büyümesini engellerler.



Şekil 3.10. Saksıların ve drenajın üretim dönemine hazırlanması ile malçlama.

3.2.2.2. Besin çözeltisi ve farklı tuz düzeylerinin hazırlanması

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu bitki besin elementleri, sulama suyuna ilave edilerek komple besin çözeltisi şeklinde uygulanmıştır. Her bitkisel üretim döneminde aynı besin reçetesi bitki kök bölgesine damla sulama sistemi ile uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Araştırmada biber yetiştiriciliği için kullanılan besin reçetesi.

STOK-A (50 litre)		STOK-B (50 litre)		MİKRO (MESS) (50 litre)	
Nitrik Asit	1000 ml	Nitrik Asit	1000 ml	Borik Asit	45.8 g
Kalsiyum Nitrat	2105.3 g	Potasyum Nitrat	3928.0 g	Mangan Sülfat	46.2 g
Potasyum Nitrat	3928.0 g	Magnezyum Sülfat	5069.9 g	Bakır Sülfat	15.7 g
Demir	230.8 g	Fosforik Asit	948 ml	Çinko Sülfat	44.0 g
Amonyum Nitrat	2689.0 g			Amonyum Molibdat	1.10 g

Araştırmada farklı besin eriyiği tuzluluk seviyelerinin ve yıkama oranlarının biber bitkisinin su tüketimi ve verim üzerine etkisini belirleyebilmek amacıyla biri kontrol olmak üzere, kontrol konusuna deniz tuzu (NaCl) ilavesi ile elde edilmiş üç tuzluluk konusu (toplam dört konu) oluşturulmuştur. Çalışma süresince bölgedeki kaynak suyunun yeterli olduğu zamanlarda sulama suyu olarak bu su kullanılmış, kısıtlı olduğu zamanlarda ise şebeke suyundan faydalanılmıştır.

Çizelge 3.3. Tuz çözeltileri uygulamalarına başlama tarihleri.

DENEME YILI	İLK TUZ UYGULAMASI
I. Üretim Dönemi	30.09.2010
II. Üretim Dönemi	30.04.2011
III. Üretim Dönemi	28.09.2011
IV. Üretim Dönemi	28.04.2012

Besin çözeltisinin bitkilere dağılmasında ve uygulanmasında dört farklı tuz düzeyinin uygulanması gereği olarak dört adet ayrı tank, her bir tankta besin çözeltisinin alınıp ilgili konulara iletilmesi amacıyla dört adet elektromotopomp ve bunlara entegre edilmiş, otomasyon sağlanmış damla sulama sistemi kullanılmıştır. Bu amaçla damla sulama lateralleri her bitki sırası için saksıların üzerine yerleştirilen 16 mm çapında PE borulardan oluşmuş ve her bitki için hat üstü (online) damlatıcılar boru üzerine yerleştirilmiştir.

Dört farklı tuz düzeyine sahip besin çözeltisi, sulama uygulamasından sonra toplandığı 24 ayrı drenaj tankından uzaklaştırılmadan önce hacimsel olarak ölçülüp analiz için örnekler alındıktan sonra (Şekil 3.11) sistemden atılmıştır.



Şekil 3.11. Drenaj çözeltisinin iletildiği PE borular ve drenaj tankları.

Araştırma boyunca konulara uygulanan besin çözeltisi miktarları, pH ve EC değerleri haftada üç kez kontrol edilmiştir. Sonuçta her konuya ait bitki su tüketimi, uygulanan ve drene olan miktarlar arasındaki ilişkiden yararlanılarak haftalık olarak belirlenmiştir. Deneme boyunca, damlatıcı debi dağılımları ve sayaçların doğruluk düzeyleri düzenli olarak kontrol edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Drenajda pH ve EC ölçümleri.

3.2.2.3. Sulamanın programlanması

Deneme boyunca, her üretim döneminin başında bitkilerde üniform görünüm sağlanıncaya kadar az miktarda sulama yapılmış ve çoğu zaman sera içi nemini ayarlamak için sisleme başlıklarının sağladığı nemden yararlanılmıştır. Bu dönemde tüm konulara eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Üretim dönemleri içerisinde sulama programlanırken, bitkilere uygulanan besin çözeltisi miktarları ve drenaj kanalı çıkışlarında yapılan gözlemler esas alınmıştır. Sulama zamanının belirlenmesinde, sera içi solar radyasyon değerinin 2 MJ/m^2 ve katları dikkate alınmıştır.

Besin çözeltisi uygulanma süreleri sulama sonrası elde edilen drenaj düzeyine göre ayarlanmıştır. Bu amaçla Drenaj/Uygulanan Besin Çözeltisi oranının % 15-20 (YO_1) ve % 35-40 (YO_2) arasındaki değişimine izin verilmeye çalışılmıştır (Araştırma konuları başlığı altında yıkama oranlarının ve tuzluluk düzeylerinin nasıl ayarlandığı ayrıntılı olarak verilmiştir). Buna göre sulama süreleri haftalık olarak düzenlenmiştir. Su kaynağı olarak, yeterli olduğu dönemlerde bölgedeki kaynak suyundan (dağ suyu), suyun yetersiz olduğunda ise şebeke suyundan yararlanılmıştır (İkisinde de EC değeri 0.35-0.40 dS/m ve pH ise 5.5-6.5 arasında ölçülmüştür).

3.2.3. Bitki bakım işlemleri

Her üretim dönemi başında, gelen fideler bitki kök bölgesinden kaynaklanan hastalıklara, mantar ve yaprak bitine karşı viyollerde ilaçlanmıştır. Bu amaçla,

koruyucu ve tedavi edici, sistemik olmayan fungusit 125 g (Captan) ve yaprak bitine karşı etkili olan insektisit 20 ml (Confidor) olacak şekilde 100 litre suya karıştırılarak uygulanmıştır. Ayrıca, pamuk ve sebzelerde beyaz sineğe karşı uygulanan insektisit (Karapp, 10 litre suya 5 cc karışımı 125 m² alana olacak şekilde) kullanılmıştır.

Araştırmada, bitkilerin yaprak ve toprak üstü organlarının yoğunluğundan kaynaklı havalanma sorunu ile hastalık ve zararlılara karşı bitki yoğunluğunu azaltmak amacıyla sürgün alma, seyreltme ve askıya alma için bitki bakım işlemleri gerçekleştirilerek, her bir bitkinin iki koldan büyümesi sağlanmıştır. Ayrıca böylelikle daha güçlü ve sağlıklı meyve oluşumu amaçlanmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Fidelerin viyollerde ilaçlanması, seyreltme ve askıya alma işlemleri.

3.2.4. Verim değerlerinin belirlenmesi

Her hasatta meyve sayısı (adet/m²), ortalama meyve ağırlığı (g) belirlenmiştir. Verim değerleri birim alan (m²) verimi olarak ele alınmıştır. Hasat işlemleri sabah saatlerinde (10:00-11:00) gerçekleştirilmiştir. Bitki başına meyve verim değerinin, m²'deki bitki sayısı ile çarpılması ile birim alan verim değeri hesaplanmıştır. Her hasattan sonra konulara ait meyve ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hasat ve meyve ağırlıklarının belirlenmesi.

3.2.5. Araştırma süresince yapılan ölçüm ve analizler

Bitkilerin vejetatif gelişme (bitki boyu (cm), gövde çapı (mm)), verim (meyve ağırlığı (g), birim alandaki meyve sayısı (adet), çiçek burnu çürüklüğü oranı (%)) ve bazı meyve kalite özellikleri (meyve kuru madde miktarı (%), meyve suyunun EC değeri (dS/m), meyve suyunun pH değeri, titre edilebilir asit miktarı (TA, mval/100 ml), suda çözünebilir kuru madde miktarı (%), C vitamini (mg/100 g), meyve rengi) özellikleri belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Bitki boyu (cm) ve gövde çapı (mm) ölçümleri.

Tuzluluğun bitki üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik olarak aylık periyotlarda alınan; uygulanan ve drene olan besin eriyiği ile bitki yaprağında, Na ve Cl miktarlarını belirlemeye yönelik analizler yapılmıştır. Na, atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile bitki yaprağındaki Cl içeriği potansiyometrik yöntemle, besin eriyiğindeki Cl içeriği ise titrasyon yöntemi ile saptanmıştır.

Çalışmaya alınan her konuya uygulanan ve hacimsel olarak ölçülen besin çözeltisi ortamdaki uzaklaştırılmadan önce haftada üç kez elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri EC ve pH metre ile ölçülmüştür.

Araştırmada ayrıca, günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi (transpirasyon l/bitki), uygulanan tuz düzeylerine karşılık verimde meydana gelen değişim belirlenmiştir.

Araştırma süresince sera içinde solar radyasyon, sıcaklık ve nem; sera dışında ise sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı ölçümleri de yürütülmüştür.

3.2.5.1. Meyve kalite parametrelerine ilişkin olarak yapılan ölçüm ve analizler

Hasat edilen meyvelerde;

Meyve ağırlığı: Hasat edilen meyvelerden on tanesi 0.01 g hassasiyetindeki terazide tartılarak ortalama meyve ağırlığı (g) hesaplanmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Meyve ağırlığı ölçümü.

Meyve Rengi: Her parselden alınan on meyvenin sap dışında kalan kısımları beş farklı yerinden Minolta CR-300 renk ölçer yardımıyla CIE L*a*b olarak ölçülmüş chroma (C*: renk doygunluğu) ve hue° (renk niteliği) değerleri a* ve b* değerlerinden hesaplanarak belirlenmiştir (Şekil 3.17) (McGuire, 1992).

Chroma (Renk Doygunluğu): $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$

Hue° (Renk Niteliği): $\tan^{-1} [b^*/a^*]$



Şekil 3.17. Meyve rengi.

Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı: Denemenin her parselinden hasat edilen meyvelerden elde edilen meyve suyunun filtre kağıdından süzülükten sonra, 3-5 damla meyve suyu örneği refraktometrede (ATAGO, ATC-1) okunarak, suda çözünür kuru madde miktarları (%) saptanmıştır (Şekil 3.18) (Karaçalı, 2002).



Şekil 3.18. Suda çözünür kuru madde miktarı.

Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı: Titre edilebilir asit miktarı SKM'nin ölçüldüğü meyve suyundan 5 ml alınarak pH metre yardımıyla 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve değerler mval/100 ml cinsinden hesaplanmıştır (Karaçalı, 2002).

Meyve Kuru Madde Miktarı: Analiz için toplanan meyvelerin 1/3 kesilerek ağırlığı tartılmış etüvde hava kurusu haline gelinceye kadar (kuru ağırlıklardaki değişim 0.05 g'dan az olunca) kuru ağırlıkları alınmış ve (%) olarak ifade edilmiştir.

pH: Her tekerrürden elde edilen meyve suyunun pH'sı bir pH metre (Mettler Toledo MP220) yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Biber suyunda pH ölçümü.

C Vitamini: 25 g biber meyvesi örneği ve 100 ml oksalik asit kullanılarak analiz yapılmıştır. SKM'nin ölçüldüğü meyve suyundan alınan 1 ml örneğe, 9 ml % 1'lik oksalik asit stabilize maddesi olarak ilave edilmiş ve daha sonra bundan alınan 1 ml örnek % 0.0012'lik hazırlanan 2-6 diklorofenilindenfenol boya maddesinden 9 ml ilave edilerek renklendirilmiş ve spektrofotometrede (VARIAN, CARY, 100 Bio) 518 nm dalga boyundaki absorbans değerleri okunmuştur. Aynı okumalar standart askorbik asit çözeltilerinden ve stabilize madde ile hazırlanmış standart çözeltilerden ölçülerek standart eğrileri hazırlanmıştır. Örneklerde okunan absorbans değerleri, standart eğri yardımıyla C vitamini miktarlarına çevrilmiş ve sonuçlar 100 g meyve örneğinde mg olarak verilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Biber suyunda C vitamini.

Meyve kalite parametrelerine ilişkin olarak, her üretim döneminde yapılan ölçüm ve analiz sonuçları SPSS (SPSS.16 sürümü) istatistik analiz paket programıyla değerlendirilerek varyans analizi uygulanmıştır. SPSS Windows, Mac ve Linux ile uyumlu çalışabilen, araştırmacılar ve akademisyenler için kullanışlı bir istatistik programıdır. Bu program, anket ve market araştırması, akademik araştırmalar, kalitenin artırılması, planlama ve tahminleme, insan kaynakları ve kaynak kullanımı, rapor yazma ve karar verme gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

3.2.5.2. Drenaj örneklerine ilişkin olarak yapılan ölçümler ve analizler

Denemede incelenen her konuda uygulanan ve hacimsel olarak ölçülen besin çözeltisi ortamdan uzaklaştırılmadan önce haftada üç defa elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri ölçülmüştür. EC ve pH değerleri taşınabilir el EC-pH metresi ile ölçülmüştür (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Taşınabilir el EC-pH metresi.

Drenaj sularında ayda bir alınan örneklerde tuzluluk yönünden önemli anyon ve katyonlardan Cl ile Na elementleri belirlenmiştir. Na fleym fotometrik yöntemle; Cl ise AgNO_3 ile titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Drenaj sularında Na ve Cl okumaları.

3.2.6. Su tüketimi – verim ilişkilerinin değerlendirilmesi

3.2.6.1. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Araştırmada gerçek bitki su tüketiminin belirlenmesinde su bütçesi yönteminden yararlanılmıştır (Baille, 1996; Kırdı, 1999; Castilla, 2000). Bunun için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$I + R - (D + ET) = \pm \Delta S \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Eşitlikte;

I: Sulama suyu miktarı (mm),

R: Etkili yağış (mm),

D: Drenaj (mm),

ET: Evapotranspirasyon (mm),

ΔS : Ortamdaki nem değişimi (mm).

Sera içi koşullarda $R=0$ (sera içerisinde yağış olmadığından) ve saksı üst yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarı göz ardı edilmiştir. Ayrıca bitki başına düşen ortam hacminin 8 litre gibi küçük bir değer olması nedeni ile saksı içinde besin çözeltisinin depolanmadığı varsayılmış ve ortamdaki nem değişiminin sabit olduğu (sıfır) kabul edilmiş, bu durumda eşitlik;

$$BST = I - D \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Eşitlikte;

BST: Bitki su tüketimi (l/bitki),

I: Sulama suyu miktarı (l/bitki),

D: Drenaj (l/bitki) ifade etmektedir.

Denemeye alınan konulara uygulanan ve drene olan besin çözeltisi miktarları ilgili sayaçlardan okunarak tüm konulara ilişkin gerçek bitki su tüketimleri Eşitlik 2 yardımıyla l/bitki/gün olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Drenaj miktarı ölçümü ve sayaç okumaları.

3.2.6.2. Su kullanım etkinliklerinin (WUE) belirlenmesi

Su kullanım etkinlikleri toplam verim için uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimleri kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Akat, 2008).

$$WUE_{TV-SSM} = (\text{Toplam verim/Sulama suyu miktarı}) \text{ (kg/m}^3 = \text{g/l)} \text{ (Eşitlik 3)}$$

$$WUE_{TV-ET} = (\text{Toplam verim/Bitki su tüketimi}) \text{ (kg/m}^3 = \text{g/l)} \text{ (Eşitlik 4)}$$

3.2.7. Tuz eşik değeri ve tuz – verim ilişkilerinin değerlendirilmesi

Uygulanan tuz düzeylerine karşı verimde meydana gelen değişim aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Maas and Hoffman, 1977; Katerji et al., 2003).

$$Y = 100 - b (EC_e - a) \text{ (Eşitlik 5)}$$

Eşitlikte;

Y: Oransal verim azalışı (%),

a: Tuz eşik değeri (dS/m) veya verimin % 100 olduğu durumda kök bölgesindeki maksimum tuz içeriği,

b: Doğrunun eğimi (birim tuz artışına karşılık gelen verim azalması),

EC_e : Ortalama kök bölgesi ortamı tuzluluğudur (dS/m).

Denemenin yürütüldüğü I. ilkbahar, I. sonbahar, II. ilkbahar ve II. sonbahar üretim dönemlerinin farklı zamanlarına ait sera içi deneme görüntüleri sırasıyla Şekil 3.24, 3.25, 3.26 ve 3.27’de verilmiştir.



Şekil 3.24. I. İlkbahar dönemine ait deneme görüntüleri.



Şekil 3.25. I. Sonbahar dönemine ait deneme görüntüleri.



Şekil 3.26. II. İlkbahar dönemine ait deneme görüntüleri.



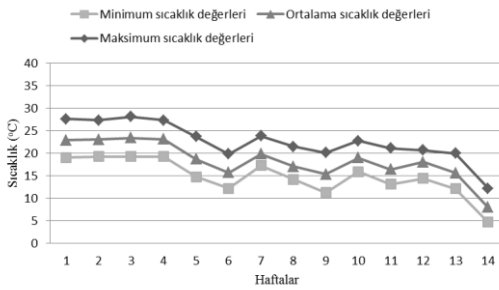
Şekil 3.27. II. Sonbahar dönemine ait deneme görüntüleri.

4. BULGULAR

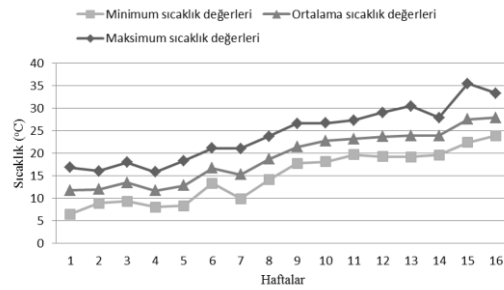
4.1. Meteorolojik Veriler

4.1.1. Dört üretim döneminde sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C)

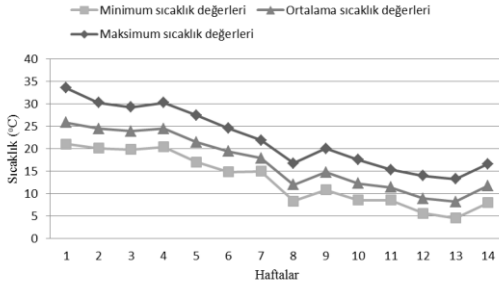
Araştırma iki ilkbahar ve iki sonbahar olmak üzere toplam dört üretim döneminde yürütülmüştür. Bu dört üretim dönemine ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.



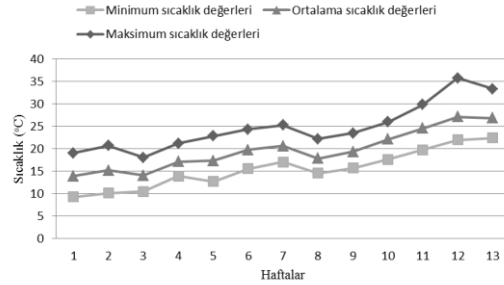
Şekil 4.1. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.2. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.3. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.4. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).

Araştırmanın I. üretim dönemi 02/09/2010 tarihinde başlayıp toplam 14 hafta sürmüştür. Bu döneme ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.1'de görüldüğü gibidir. Sera dışındaki sıcaklık en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. I. üretim döneminin sonbahar ve onu takip eden kış ayına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 4. ve 5. haftalardan itibaren azalmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 1. ve 3. haftalarında 27.67 ve 28.17 °C; en düşük sıcaklık ise gelişim döneminin 14. haftasında 4.66 °C ölçülmüştür.

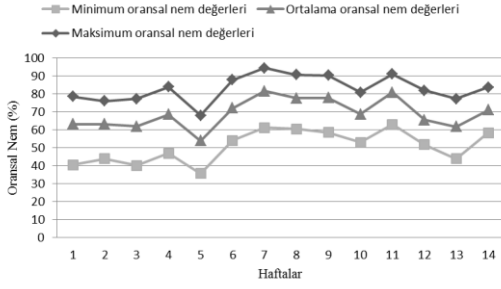
II. üretim dönemi 30/03/2011 tarihinde başlayıp toplam 16 hafta sürmüştür. Bu döneme ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.2'deki gibidir. Sera dışındaki sıcaklık en yüksek değerini dikimden sonraki 15. haftada almıştır. II. üretim döneminin ilkbahar ve onu takip eden yaz aylarına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 5. haftadan itibaren artmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 15. ve 16. haftalarında 35.53 ve 33.33 °C; en düşük sıcaklık ise dikimden sonraki ilk hafta 6.47 °C ölçülmüştür.

III. üretim dönemi 23/08/2011 tarihinde başlayıp toplam 14 hafta sürmüştür. Bu döneme ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.3'te verilmiştir. Sera dışındaki sıcaklık en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. III. üretim döneminin sonbahar ve onu takip eden kış ayına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 5. ve 6. haftalardan itibaren azalmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 1. ve 4. haftalarında 33.56 ve 30.29 °C; en düşük sıcaklık ise gelişim döneminin 13. haftasında 4.51 °C ölçülmüştür.

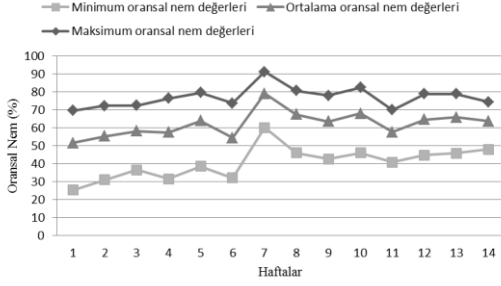
IV. üretim dönemi 29/03/2012 tarihinde başlayıp toplam 13 hafta sürmüştür. Bu döneme ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.4'te görülmektedir. Sera dışındaki sıcaklık en yüksek değerini dikimden sonraki 12. haftada almıştır. IV. üretim döneminin ilkbahar ve onu takip eden yaz aylarına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 4. haftadan itibaren artmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 12. ve 13. haftalarında 35.83 ve 33.39 °C; en düşük sıcaklık ise dikimden sonraki ilk hafta 9.26 °C ölçülmüştür.

4.1.2. Dört üretim döneminde sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)

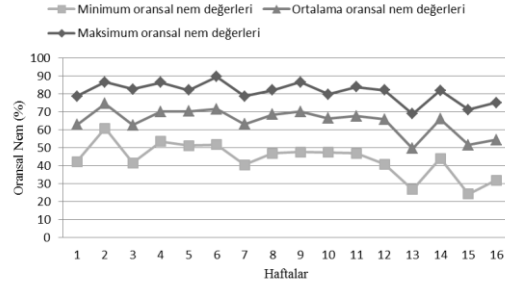
Dört üretim dönemine ait sera dışında ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.



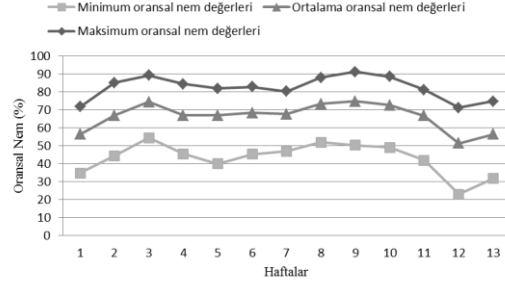
Şekil 4.5. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.7. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.6. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.8. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).

I. üretim döneminde sera dışı oransal nem değerleri, sıcaklıkların yüksek olduğu ilk haftalarda azalma göstermiş ve en düşük değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. Sıcaklığın azalmaya başladığı 5. haftadan itibaren değerler artış göstermiştir. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek dış oransal nem değerleri, gelişim döneminin 7. ve 11. haftalarında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 7. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 94.43, en düşük oransal nem değeri ise 5. haftada % 35.71 ölçülmüştür.

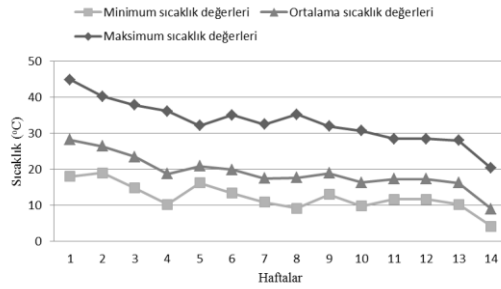
II. üretim döneminde sera dışı oransal nem değerleri, sıcaklıkların düşük olduğu ilk haftalarda yüksek değerlere ulaşmış ve en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. Sıcaklığın artmaya başladığı 5. ve 6. haftalardan itibaren değerlerde azalma gözlenmiştir. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek dış oransal nem değeri, gelişim döneminin 6. haftasında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 6. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 89.71, en düşük oransal nem değeri ise 15. haftada % 24.29 olarak belirlenmiştir.

III. üretim döneminde sera dışı oransal nem değerleri, sıcaklıkların yüksek olduğu ilk haftalarda, sıcaklığın düşmeye başladığı 5. hafta sonrasına göre daha düşük ölçülmüştür. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek dış oransal nem değerleri, gelişim döneminin 7. ve 10. haftalarında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 7. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 91.29, en düşük oransal nem değeri ise ilk hafta % 25.29 ölçülmüştür.

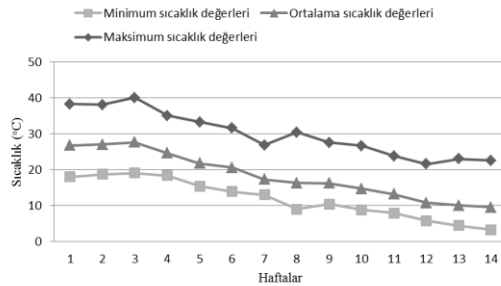
IV. üretim döneminde sera dışı oransal nem değerleri, sıcaklıkların düşük olduğu ilk haftalarda yüksek değerlere ulaşmış ve en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. Sıcaklığın artmaya başladığı 9. haftadan sonra oransal nem değerlerinde azalma gözlenmiştir. Haftalık ortalamalar açısından en yüksek dış oransal nem değerleri, gelişim döneminin 3. ve 9. haftalarında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 9. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 91.29, en düşük oransal nem değeri ise 12. haftada % 23.00 olarak belirlenmiştir.

4.1.3. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C)

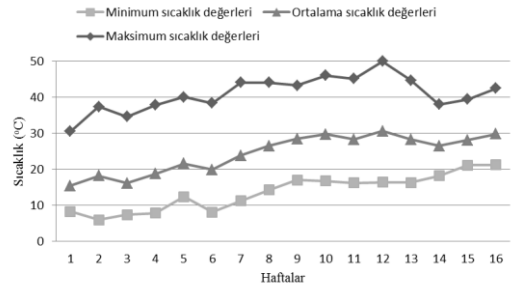
Dört üretim dönemine ait sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12’de verilmiştir.



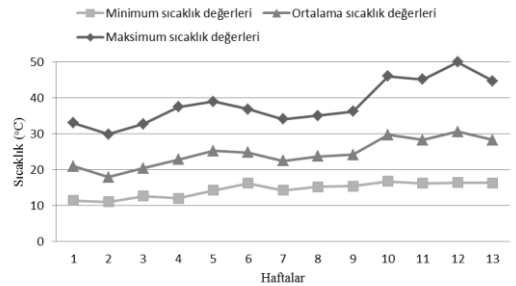
Şekil 4.9. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.11. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.10. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).



Şekil 4.12. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerleri (°C).

I. üretim dönemine ait sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.9’da görüldüğü gibidir. Sera içindeki sıcaklık en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. I. üretim döneminin sonbahar ve onu takip eden kış ayına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 4. ve 5. haftalardan itibaren azalmaya başlamış ve bununla birlikte sera içi sıcaklık değerlerinde de azalma gözlenmiştir. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 1. ve 2. haftalarında 44.90 ve

40.30 °C; en düşük sıcaklık ise gelişim döneminin 14. haftasında 4.20 °C ölçülmüştür.

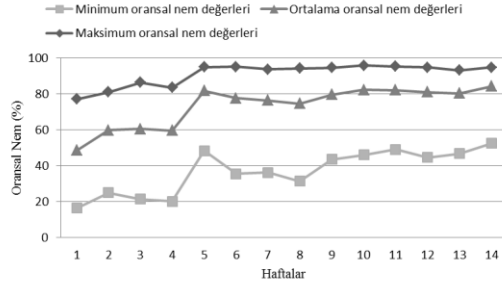
II. üretim dönemine ait sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi ise Şekil 4.10'daki gibidir. Sera içindeki sıcaklık en yüksek değerini dikimden sonraki 12. haftada almıştır. II. üretim döneminin ilkbahar ve onu takip eden yaz aylarına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 5. haftadan itibaren artmaya başlamış ve buna paralel olarak sera içi sıcaklık değerleri de artmıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 10. ve 12. haftalarında 46.10 ve 50.00 °C; en düşük sıcaklık ise dikimden sonraki 2. haftada 5.90 °C olarak ölçülmüştür.

III. üretim döneminin sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 4.11'de verilmiştir. Sera içindeki sıcaklık en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. III. üretim döneminin sonbahar ve onu takip eden kış ayına denk gelmesiyle iç hava sıcaklığı 3. ve 4. haftalardan itibaren azalmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 1. ve 3. haftalarında 38.30 ve 40.10 °C; en düşük sıcaklık ise gelişim döneminin 14. haftasında 3.30 °C ölçülmüştür.

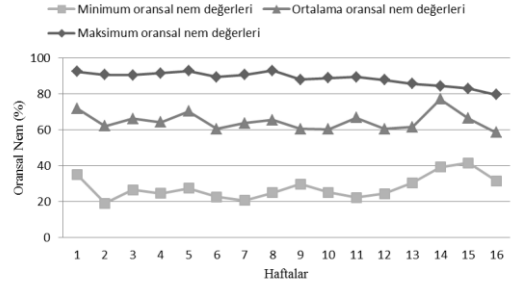
IV. üretim dönemine ait sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi ise Şekil 4.12'de görülmektedir. Sera içindeki sıcaklık en yüksek değerini dikimden sonraki 12. haftada almıştır. IV. üretim döneminin ilkbahar ve onu takip eden yaz aylarına denk gelmesiyle dış hava sıcaklığı 4. haftadan itibaren artmaya başlamıştır. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sıcaklık, gelişim döneminin 10. ve 12. haftalarında 46.10 ve 50.00 °C; en düşük sıcaklık ise dikimden sonraki 2. hafta 11.08 °C ölçülmüştür.

4.1.4. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%)

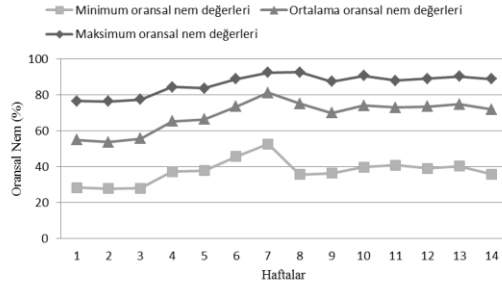
Dört üretim dönemine ait sera içinde ölçülen haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.



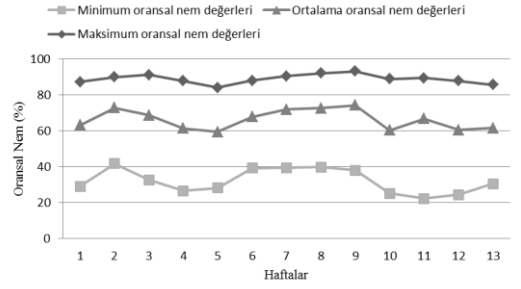
Şekil 4.13. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.14. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.15. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).



Şekil 4.16. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık en yüksek, en düşük ve ortalama oransal nem değerleri (%).

I. üretim döneminde sera içi oransal nem değerleri, sıcaklıkların yüksek olduğu ilk haftalarda azalma göstermiş ve en düşük değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. Sıcaklığın azalmaya başladığı 5. haftadan itibaren değerler artış göstermiştir. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sera içi oransal nem değerleri, gelişim döneminin 10. ve 11. haftalarında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 10. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 96.00, en düşük oransal nem değeri ise 1. haftada % 16.40 ölçülmüştür.

II. üretim döneminde sera içi oransal nem değerleri, sıcaklıkların düşük olduğu ilk haftalarda yüksek değerlere ulaşmış ve en yüksek değerlerini dikimden sonraki ilk haftalarda almıştır. Sıcaklığın artmaya başladığı 7. ve 8. haftalardan itibaren değerlerde azalma gözlenmiştir. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sera içi oransal nem değeri, gelişim döneminin 8. haftasında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 8. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 93.00, en düşük oransal nem değeri ise 2. haftada % 19.10 olarak belirlenmiştir.

III. üretim döneminde sera içi oransal nem değerleri, sıcaklıkların yüksek olduğu ilk haftalarda, sıcaklığın düşmeye başladığı 5. hafta sonrasına göre daha düşük ölçülmüştür. Haftalık ortalama değerler açısından en yüksek sera içi oransal nem değerleri, gelişim döneminin 7. ve 8. haftalarında belirlenmiştir. Gelişim döneminin 8. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 92.70, en düşük oransal nem değeri ise 2. hafta % 27.80 ölçülmüştür.

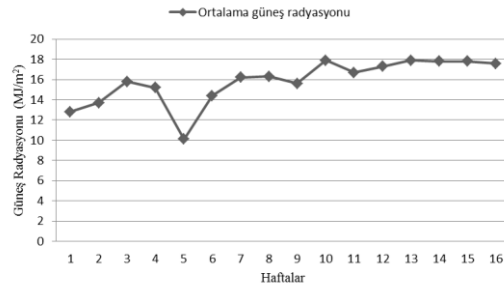
IV. üretim döneminde sera içi oransal nem değerleri, en yüksek değerlerini dikimden sonraki 8. ve 9. haftalarda almıştır. Gelişim döneminin 9. haftasında en yüksek oransal nem değeri % 93.20, en düşük oransal nem değeri ise 11. haftada % 22.20 olarak belirlenmiştir.

4.1.5. Dört üretim döneminde sera içinde ölçülen haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m^2)

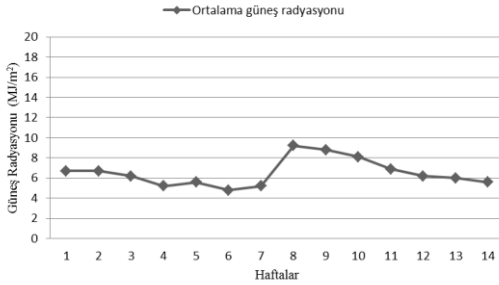
Üretim dönemlerine ait sera içinde ölçülen haftalık ortalama güneş radyasyonu değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20’de verilmiştir.



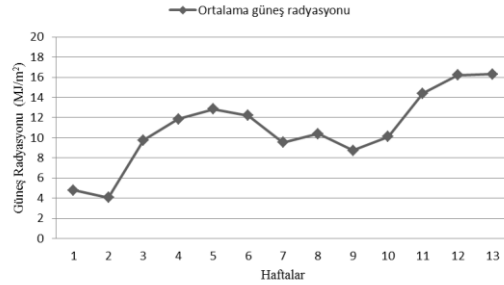
Şekil 4.17. I. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m^2).



Şekil 4.18. II. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m^2).



Şekil 4.19. III. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m^2).



Şekil 4.20. IV. Üretim dönemine ilişkin haftalık ortalama güneş radyasyonu değerleri (MJ/m^2).

I. ve III. üretim dönemlerinde sera içinde ölçülen haftalık ortalama güneş radyasyonları incelendiğinde, bu üretim dönemlerinin sonbahar ve onu takip eden kış ayına denk gelmesiyle, dönemlerin ikinci yarılarını oluşturan haftalarda azalmalar gözlenmiştir. Haftalık ortalama değerler açısından I. ve III. üretim dönemlerinde en yüksek ortalama güneş radyasyonu 4. ve 8. haftalarda, en düşük değerler ise 14. haftada ölçülmüştür.

II. ve IV. üretim dönemlerinde ise sera içinde ölçülen haftalık ortalama güneş radyasyonları, en yüksek değerlerini sırasıyla dikimden sonraki 13. haftada almıştır. Bu üretim dönemlerinin ilkbahar ve onu takip eden yaz aylarına denk

gelmesiyle, dikimden itibaren ilerleyen haftalarda artış gözlenmiştir. En düşük değerler ise II. üretim döneminde 5. haftada, IV. üretim döneminde ise 2. haftada ölçülmüştür.

4.2. Bitki-Su İlişkileri

4.2.1. Uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri

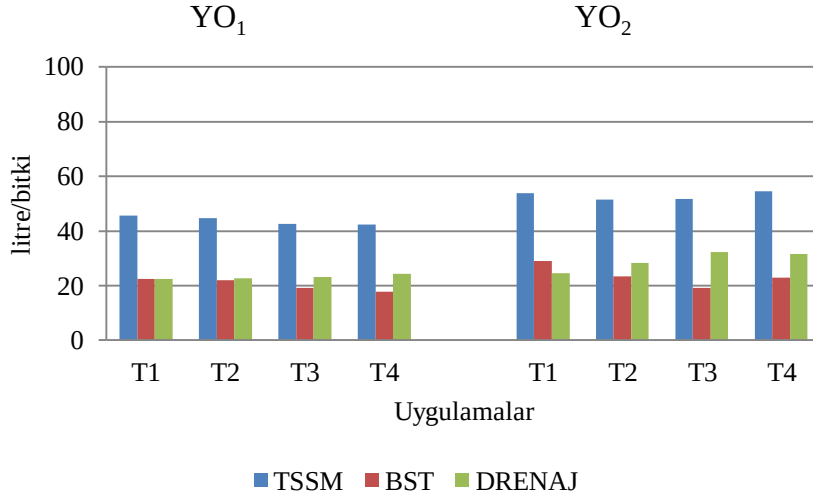
Araştırmanın yürütüldüğü dönemlere ilişkin çalışmalar I. üretim döneminde 02/09/2010, II. üretim döneminde 30/03/2011, III. üretim döneminde 23/08/2011 ve IV. üretim döneminde ise 29/03/2012 tarihinde başlamıştır. Tüm üretim dönemlerinde fide dikiminden sonra bitkilere can suyu verilmiş ve ilk haftalar bitkilerde tutumda üniform görünüm sağlanıncaya kadar eşit miktarda sulama yapılmış, yani tüm konulara eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır.

I. üretim döneminde besin çözeltisi (sulama suyu ve bitki besin maddeleri) uygulanmaya 13/09/2010 (2. hafta) tarihinde; bitkilerin gelişim durumuna bağlı olarak farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları uygulamalarına ise 29/09/2010 (5. hafta) tarihinde başlanmıştır. II. üretim döneminde besin çözeltisine 11/04/2011 (2. hafta) tarihinde; farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları uygulamalarına 25/04/2011 (4. hafta) tarihinde başlanmıştır. III. üretim döneminde besin çözeltisi 05/09/2011'de (3. hafta); farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları ise, meyve tutumunda yaşanan gecikme nedeniyle 10/10/2011'de (7. hafta) uygulanmaya başlanmıştır. IV. üretim döneminde besin çözeltisi 13/04/2012 tarihinde (2. hafta); farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları ise bitkilerin gelişim durumuna göre 20/05/2012 tarihinde (7. hafta) uygulanmaya başlanmıştır.

4.2.1.1. I. üretim dönemine ilişkin bitki su tüketimleri

Araştırma süresince I. üretim döneminin sonlandırıldığı 09/12/2010 tarihine kadar konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM), drene olan sulama suyu miktarları (DRENAJ) ve uygulama konularından elde edilen bitki su tüketimi (BST) değerleri Şekil 4.21'de verilmiştir. Buna göre, araştırma konularına 42.27 – 54.52 litre/bitki arasında değişen miktarlarda toplam sulama suyu uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları YO₁ konularında 42.27 – 45.65 litre/bitki arasında, YO₂ konularında ise 51.51 – 54.52 litre/bitki arasında değişmiştir. Her iki yıkama oranı uygulamasında en yüksek sulama suyu miktarı

T₁ ve T₄ konularına (sırasıyla YO₁'de 45.65 ve YO₂'de 54.52 litre/bitki), en düşük sulama suyu miktarı ise YO₁ için 42.27 litre/bitki ile T₄ konusuna, YO₂ için ise 51.51 litre/bitki ile T₂ konusuna uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre YO₂ konularına, YO₁ konularına göre ortalama olarak % 21 daha fazla su uygulanmıştır (Ek 1).



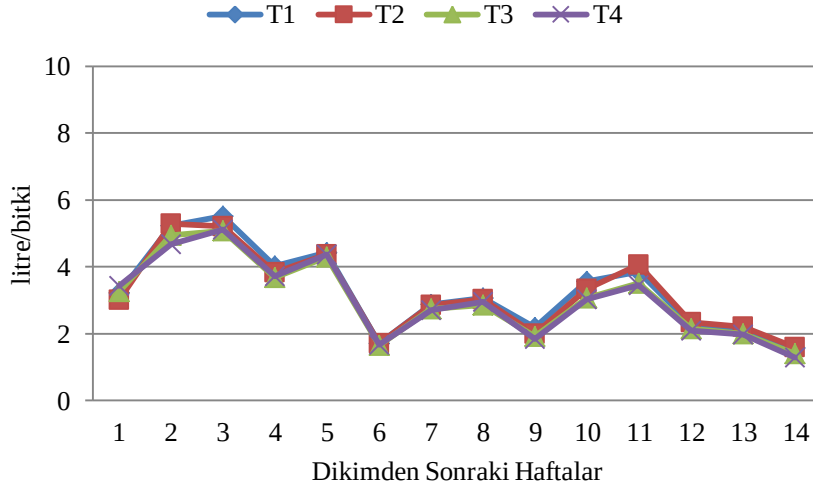
Şekil 4.21. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).

Bitki su tüketimi değerleri her iki yıkama konusunda 17.84 – 29.11 litre/bitki arasında bulunmuştur. Tüm üretim dönemlerinde, sulama sistemine verilen sulama suyunun sayaçlardan okunması ve çıkan drenaj miktarlarının ölçülmesine 2. veya 3. haftalarda başlanmıştır. YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 22.46 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 17.84 litre/bitki ile T₄ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 29.11 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük değer ise 19.14 litre/bitki ile T₃ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 16 daha fazla bulunmuştur.

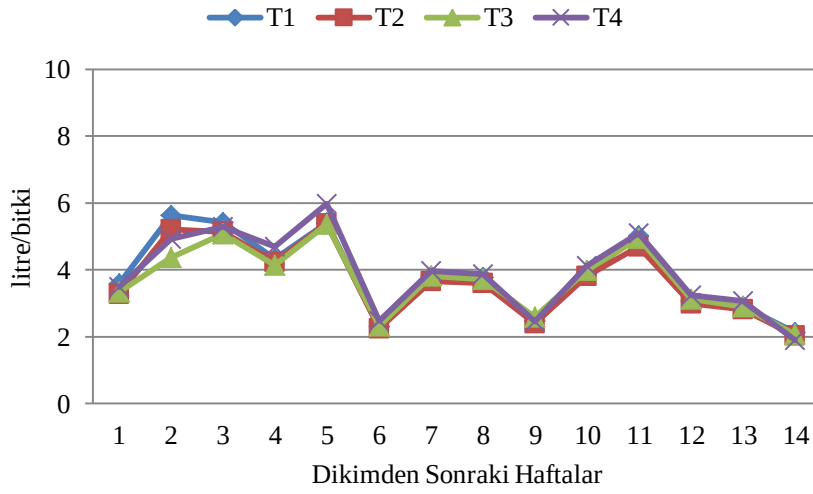
Uygulama konularından drene olan sulama suyu miktarları 22.54 – 32.30 litre/bitki arasında değişim göstermiştir. YO₁ uygulamasından drene olan sulama suyu miktarları 22.54 – 24.40 litre/bitki arasında, YO₂ uygulamasında da 24.65 – 32.30 litre/bitki arasında değerler almıştır. YO₁ uygulamasında en yüksek drenaj miktarı 24.40 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük drenaj miktarı ise 22.54

litre/bitki ile T_1 konusunda tespit edilmiştir. YO_2 uygulamasına ait en yüksek drenaj miktarı 32.30 litre/bitki ile T_3 konusunda ve en düşük drenaj miktarı ise 24.65 litre/bitki ile T_1 konusunda belirlenmiştir.

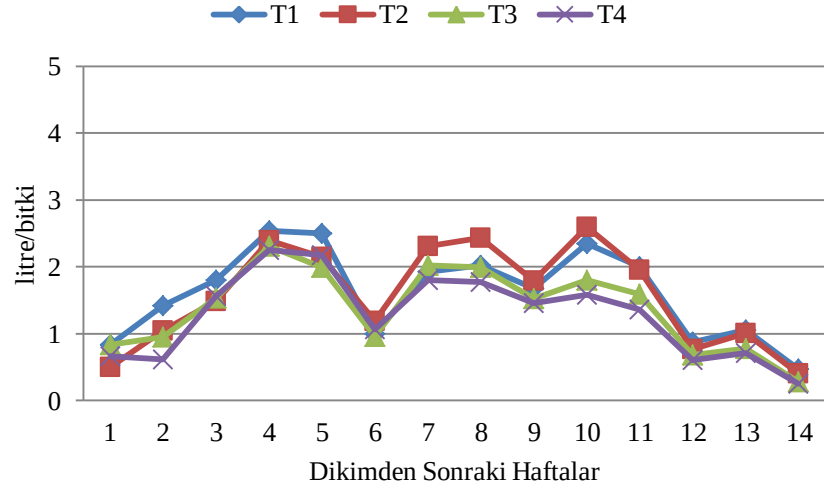
Şekil 4.22, 4.23, 4.24 ve 4.25'te konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konularda meydana gelen bitki su tüketimlerinin haftalık değişimleri sırayla verilmiştir. Buna göre konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan elde edilen bitki su tüketimleri birbirine benzer değişimler göstermiştir. Üretim döneminin ilk haftalarında (fide dikiminden sonraki ilk haftalar), bitkilerin çok küçük olmalarından dolayı meydana gelen su tüketimleri de düşük miktarlarda olmuştur. İlk haftalardaki yüksek sera içi sıcaklığı ve fide dikiminden itibaren bitkilerin gelişip büyümeye başlamasıyla birlikte uygulanan su miktarları yüksek olmuş, 3. haftadan 11. haftaya kadar konularda daha yüksek su tüketimleri meydana gelmiştir. Özellikle bitki gelişiminin hızlı ve yoğun olduğu 3. ve 6. haftalar arasında, sera içi sıcaklığının da üretim dönemi içerisindeki en yüksek değerlerinde olması nedeniyle, her iki yıkama uygulamasında konulara daha yüksek sulama suyu miktarları verilmiştir. Gelişim döneminin ortasındaki 6 – 9. haftalar arasında uygulanan sulama suyu miktarlarında azalma ve 12. haftaya kadar tekrar bir artış belirlenmiştir. Üretim döneminin son iki haftasında sera içi sıcaklığında meydana gelen düşüşle birlikte sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimlerinde de azalma gözlenmiştir. Konularda meydana gelen en yüksek bitki su tüketimleri YO_1 uygulamasında T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konuları için sırasıyla 2.54 (4. hafta), 2.60 (10. hafta), 2.31 (4. hafta) ve 2.25 (4. hafta) litre/bitki olarak belirlenmiştir. YO_2 uygulamasında ise T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konuları için en yüksek bitki su tüketimleri 3.19 (10. hafta), 2.38 (11. hafta), 2.42 (4. hafta) ve 2.75 (4. hafta) litre/bitki olarak elde edilmiştir. En düşük bitki su tüketimleri ise 14. haftada, YO_1 uygulaması için T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 0.47, 0.40, 0.28 ve 0.25 litre/bitki, YO_2 uygulaması için ise 0.59, 0.51, 0.39 ve 0.39 litre/bitki olarak tespit edilmiştir.



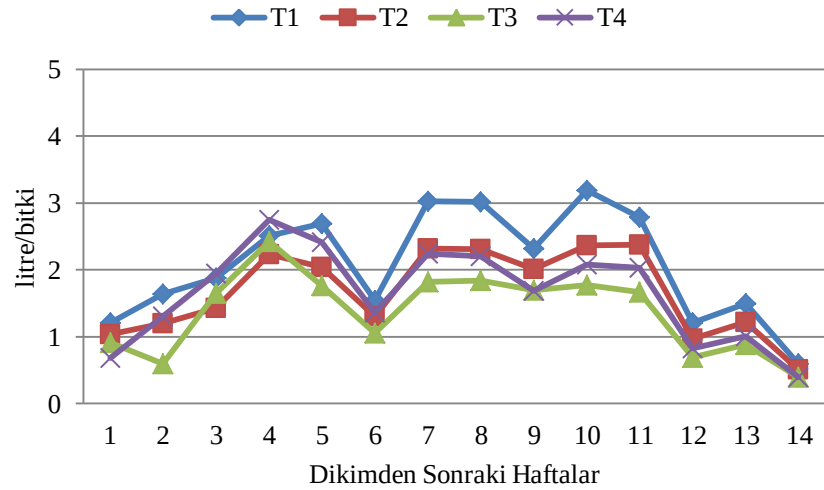
Şekil 4.22. YO₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.23. YO₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.24. YO₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

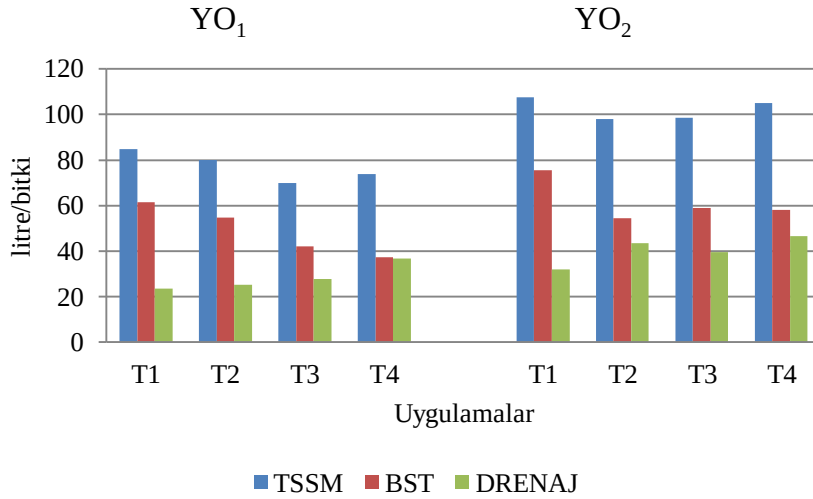


Şekil 4.25. YO₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

4.2.1.2. II. üretim dönemine ilişkin bitki su tüketimleri

Araştırma süresince II. üretim döneminin sonlandırıldığı 23/07/2011 tarihine kadar konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM), drene olan sulama suyu miktarları (DRENAJ) ve uygulama konularından elde edilen bitki su tüketimi (BST) değerleri Şekil 4.26’da verilmiştir. Buna göre, araştırma konularına 69.85 – 107.72 litre/bitki arasında değişen miktarlarda toplam sulama suyu uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları YO₁ konularında 69.85 – 84.91 litre/bitki arasında, YO₂ konularında ise 98.00 – 107.72 litre/bitki arasında değişmiştir. Her iki yıkama oranı uygulamasında en yüksek sulama suyu miktarı

T₁ konusuna (sırasıyla YO₁'de 84.91 ve YO₂'de 107.72 litre/bitki), en düşük sulama suyu miktarı ise YO₁ için 69.85 litre/bitki ile T₃ konusuna, YO₂ için ise 98.00 litre/bitki ile T₂ konusuna uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre YO₂ konularına, YO₁ konularına göre ortalama olarak % 42 daha fazla su uygulanmıştır (Ek 2).



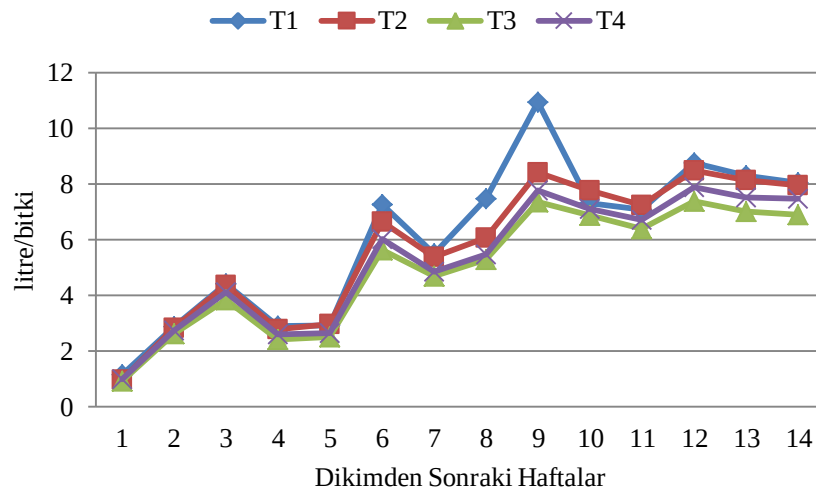
Şekil 4.26. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).

Bitki su tüketimi değerleri her iki yıkama konusunda 37.22 – 75.61 litre/bitki arasında bulunmuştur. Sulama sistemine verilen sulama suyunun sayaçlardan okunması ve çıkan drenaj miktarlarının ölçülmesine 2. hafta başlanmıştır. YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 61.45 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 37.22 litre/bitki ile T₄ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 75.61 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük değer ise 54.36 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 30 daha fazla bulunmuştur.

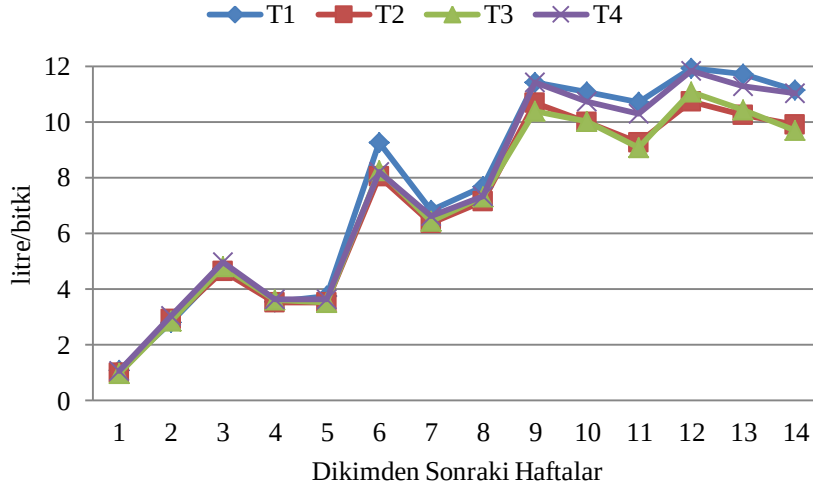
Uygulama konularından drene olan sulama suyu miktarları 23.46 – 46.49 litre/bitki arasında değişim göstermiştir. YO₁ uygulamasından drene olan sulama suyu miktarları 23.46 – 36.70 litre/bitki arasında, YO₂ uygulamasında da 32.12 – 46.49 litre/bitki arasında değerler almıştır. YO₁ uygulamasında en yüksek drenaj miktarı 36.70 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük drenaj miktarı ise 23.46 litre/bitki ile T₁ konusunda tespit edilmiştir. YO₂ uygulamasına ait en yüksek

drenaj miktarı 46.49 litre/bitki ile T_4 konusunda ve en düşük drenaj miktarı ise 32.12 litre/bitki ile T_1 konusunda belirlenmiştir.

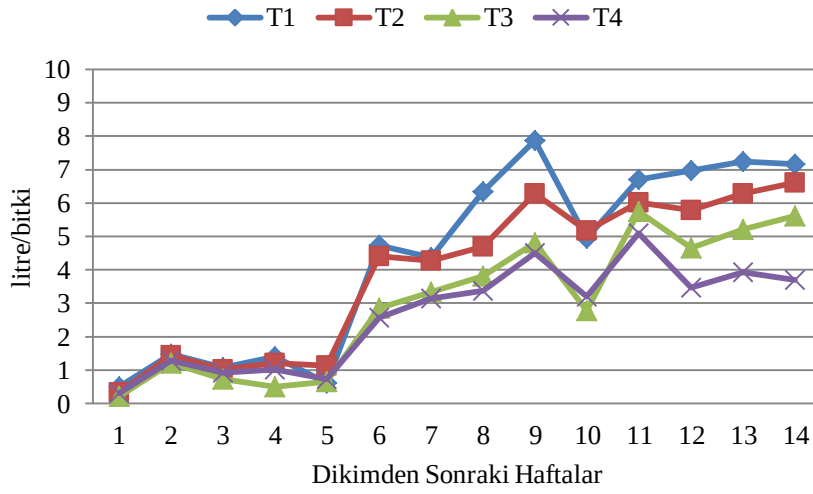
Şekil 4.27, 4.28, 4.29 ve 4.30’da konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konularda meydana gelen bitki su tüketimlerinin haftalık değişimleri sırayla verilmiştir. Buna göre konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan elde edilen bitki su tüketimleri birbirine benzer değişimler göstermiştir. Üretim döneminin ilk haftalarında (fide dikiminden sonraki ilk haftalar), bitkilerin çok küçük olmalarından dolayı meydana gelen su tüketimleri de düşük miktarlarda olmuştur. Fide dikiminden itibaren bitkilerin gelişip büyümeye başlamasıyla birlikte uygulanan su miktarları yüksek olmuş, 4. haftadan 11. haftaya kadar konularda daha yüksek su tüketimleri meydana gelmiştir. Özellikle bitki gelişiminin hızlı ve yoğun olduğu 3. ve 6. haftalar arasında, her iki yıkama uygulamasında konulara daha yüksek sulama suyu miktarları verilmiştir. Gelişim döneminin ortasındaki 6 – 9. haftalar arasında uygulanan sulama suyu miktarlarında azalma ve 11. haftaya kadar tekrar bir artış belirlenmiştir. Konularda meydana gelen en yüksek bitki su tüketimleri YO_1 uygulamasında T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konuları için sırasıyla 7.87 (9. hafta), 6.61 (14. hafta), 5.74 (11. hafta) ve 5.10 (11. hafta) litre/bitki olarak belirlenmiştir. YO_2 uygulamasında ise T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konuları için en yüksek bitki su tüketimleri 9.61 (12. hafta), 6.65 (11. hafta), 7.07 (11. hafta) ve 7.22 (14. hafta) litre/bitki olarak elde edilmiştir. En düşük bitki su tüketimleri ise üretim döneminin ilk haftasında, YO_1 uygulaması için T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 0.50, 0.32, 0.21 ve 0.30 litre/bitki, YO_2 uygulaması için ise 0.39, 0.33, 0.30 ve 0.54 litre/bitki olarak tespit edilmiştir.



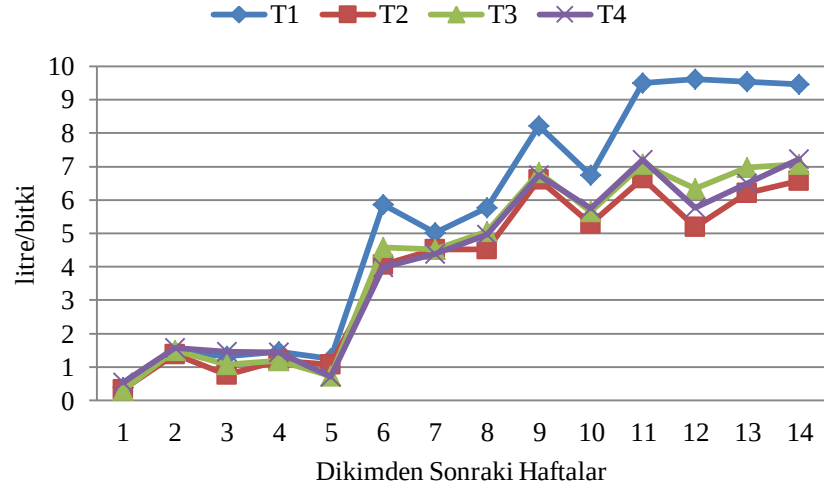
Şekil 4.27. YO_1 konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.28. YO₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



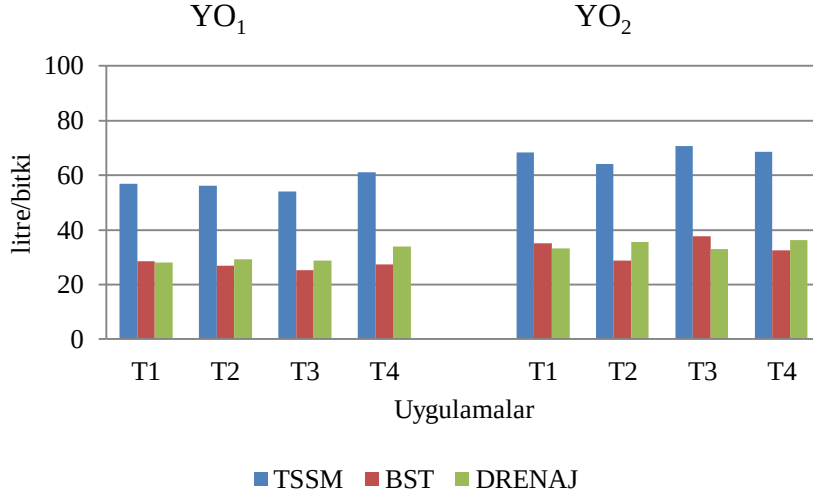
Şekil 4.29. YO₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.



Şekil 4.30. YO₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

4.2.1.3. III. üretim dönemine ilişkin bitki su tüketimleri

Araştırma süresince III. üretim döneminin sonlandırıldığı 28/11/2011 tarihine kadar konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM), drene olan sulama suyu miktarları (DRENAJ) ve uygulama konularından elde edilen bitki su tüketimi (BST) değerleri Şekil 4.31’de verilmiştir. Buna göre, araştırma konularına 54.05 – 70.65 litre/bitki arasında değişen miktarlarda toplam sulama suyu uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları YO₁ konularında 54.05 – 61.16 litre/bitki arasında, YO₂ konularında ise 64.24 – 70.65 litre/bitki arasında değişmiştir. Her iki yıkama oranı uygulamasında en yüksek sulama suyu miktarı T₄ konusuna (sırasıyla YO₁’de 61.16 ve YO₂’de 68.68 litre/bitki), en düşük sulama suyu miktarı ise YO₁ için 54.05 litre/bitki ile T₃ konusuna, YO₂ için ise 64.24 litre/bitki ile T₂ konusuna uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre YO₂ konularına, YO₁ konularına göre ortalama olarak % 20 daha fazla su uygulanmıştır (Ek 3).



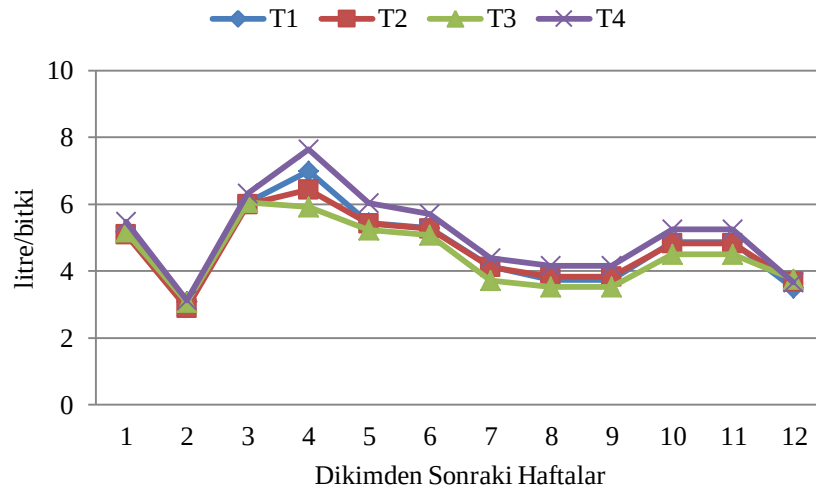
Şekil 4.31. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).

Bitki su tüketimi değerleri her iki yıkama konusunda 25.28 – 37.59 litre/bitki arasında bulunmuştur. Üretim döneminde, sulama sistemine verilen sulama suyunun sayaçlardan okunması ve çıkan drenaj miktarlarının ölçülmesine 2. hafta başlanmıştır. YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 28.49 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 25.28 litre/bitki ile T₃ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 37.59 litre/bitki ile T₃ konusunda, en düşük değer ise 28.71 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 25 daha fazla bulunmuştur.

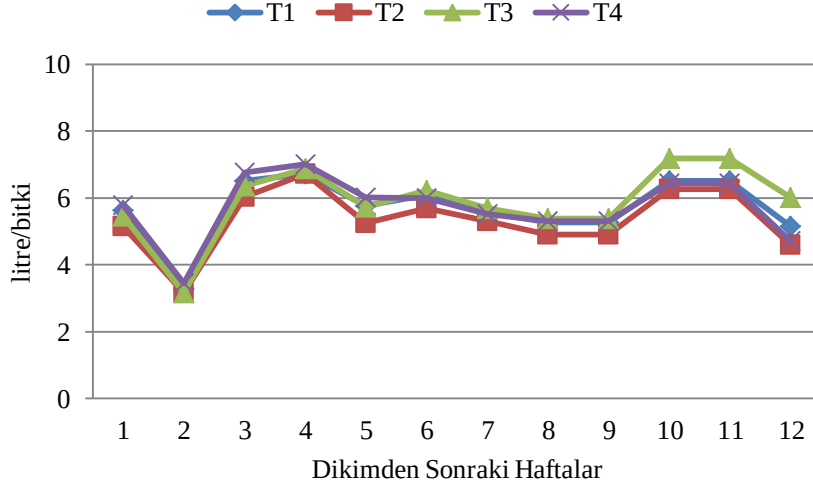
Uygulama konularından drene olan sulama suyu miktarları 28.03 – 36.24 litre/bitki arasında değişim göstermiştir. YO₁ uygulamasından drene olan sulama suyu miktarları 28.03 – 33.84 litre/bitki arasında, YO₂ uygulamasında da 33.05 – 36.24 litre/bitki arasında değerler almıştır. YO₁ uygulamasında en yüksek drenaj miktarı 33.84 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük drenaj miktarı ise 28.03 litre/bitki ile T₁ konusunda tespit edilmiştir. YO₂ uygulamasına ait en yüksek drenaj miktarı 36.24 litre/bitki ile T₄ konusunda ve en düşük drenaj miktarı ise 33.05 litre/bitki ile T₃ konusunda belirlenmiştir.

Şekil 4.32, 4.33, 4.34 ve 4.35'te konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konularda meydana gelen bitki su tüketimlerinin haftalık değişimleri sırayla verilmiştir. Buna göre konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan

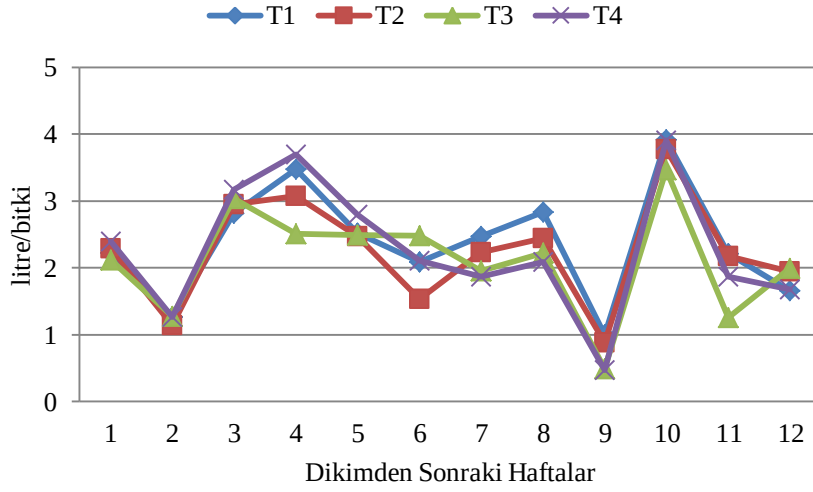
elde edilen bitki su tüketimleri birbirine benzer değişimler göstermiştir. Üretim döneminin ilk haftalarında (fide dikiminden sonraki ilk haftalar), bitkilerin çok küçük olmalarından dolayı meydana gelen su tüketimleri de düşük miktarlarda olmuştur. İlk haftalardaki yüksek sera içi sıcaklığı ve fide dikiminden itibaren bitkilerin gelişip büyümeye başlamasıyla birlikte uygulanan su miktarları yüksek olmuş, 3. haftadan 11. haftaya kadar konularda daha yüksek su tüketimleri meydana gelmiştir. Özellikle bitki gelişiminin hızlı ve yoğun olduğu 3. ve 6. haftalar arasında, sera içi sıcaklığının da üretim dönemi içerisindeki en yüksek değerlerinde olması nedeniyle, her iki yıkama uygulamasında konulara daha yüksek sulama suyu miktarları verilmiştir. Gelişim döneminin ortasındaki 7 – 9. haftalar arasında uygulanan sulama suyu miktarlarında azalma ve 11. haftaya kadar tekrar bir artış belirlenmiştir. Üretim döneminin son iki haftasında sera içi sıcaklığında meydana gelen düşüşle birlikte sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimlerinde de azalma gözlenmiştir. Konularda meydana gelen en yüksek bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasında T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 3.92 (10. hafta), 3.77 (10. hafta), 3.47 (10. hafta) ve 3.91 (10. hafta) litre/bitki olarak belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için en yüksek bitki su tüketimleri 5.20 (10. hafta), 4.72 (10. hafta), 5.70 (10. hafta) ve 4.79 (10. hafta) litre/bitki olarak elde edilmiştir. En düşük bitki su tüketimleri ise 9. haftada, YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 1.00, 0.88, 0.49 ve 0.47 litre/bitki, YO₂ uygulaması için ise 1.26, 1.06, 1.28 ve 1.27 litre/bitki olarak tespit edilmiştir.



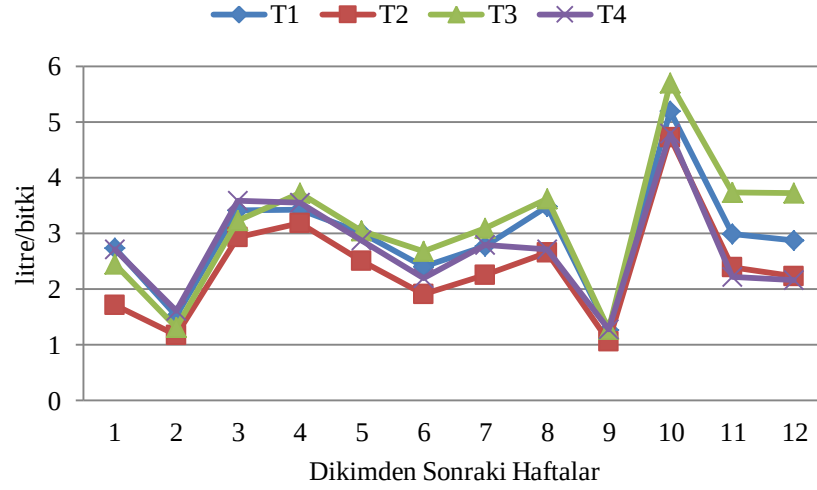
Şekil 4.32. YO₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.33. YO₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



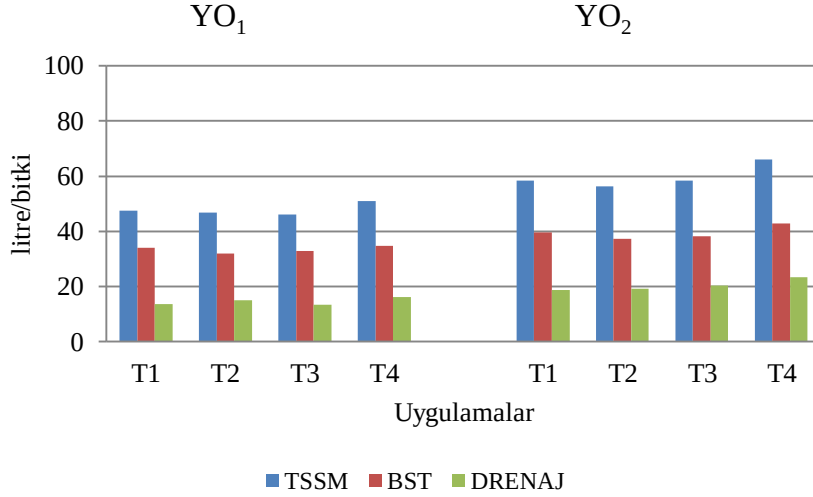
Şekil 4.34. YO₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.



Şekil 4.35. YO₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

4.2.1.4. IV. üretim dönemine ilişkin bitki su tüketimleri

Araştırma süresince IV. üretim döneminin sonlandırıldığı 29/06/2012 tarihine kadar konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM), drene olan sulama suyu miktarları (DRENAJ) ve uygulama konularından elde edilen bitki su tüketimi (BST) değerleri Şekil 4.36’da verilmiştir. Buna göre, araştırma konularına 46.20 – 66.07 litre/bitki arasında değişen miktarlarda toplam sulama suyu uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları YO₁ konularında 46.20 – 50.91 litre/bitki arasında, YO₂ konularında ise 56.35 – 66.07 litre/bitki arasında değişmiştir. Her iki yıkama oranı uygulamasında en yüksek sulama suyu miktarı T₄ konusuna (sırasıyla YO₁’de 50.91 ve YO₂’de 66.07 litre/bitki), en düşük sulama suyu miktarı ise YO₁ için 46.20 litre/bitki ile T₃ konusuna, YO₂ için ise 56.35 litre/bitki ile T₂ konusuna uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre YO₂ konularına, YO₁ konularına göre ortalama olarak % 25 daha fazla su uygulanmıştır (Ek 4).



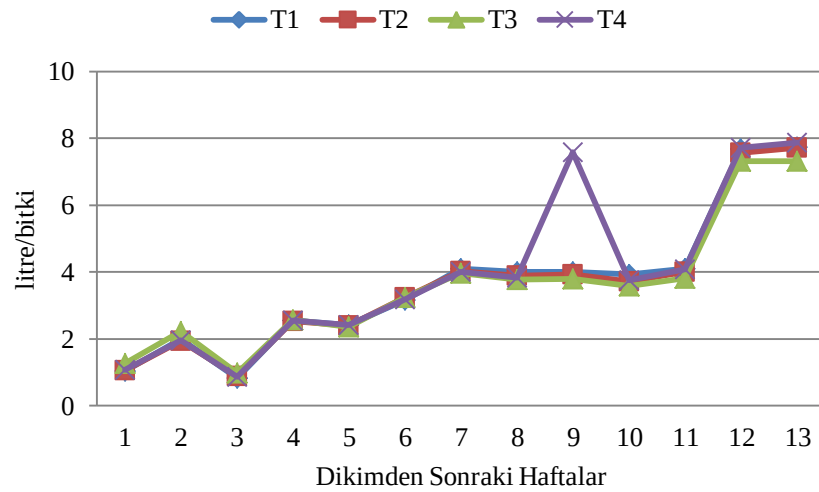
Şekil 4.36. Yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu ile konulardan drene olan sulama suyu miktarları ve elde edilen toplam bitki su tüketimi değerleri (litre/bitki).

Bitki su tüketimi değerleri her iki yıkama konusunda 31.88 – 42.81 litre/bitki arasında bulunmuştur. Üretim döneminde, sulama sistemine verilen sulama suyunun sayaçlardan okunması ve çıkan drenaj miktarlarının ölçülmesine 2. hafta başlanmıştır. YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 34.80 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 31.88 litre/bitki ile T₂ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 42.81 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük değer ise 37.20 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 19 daha fazla bulunmuştur.

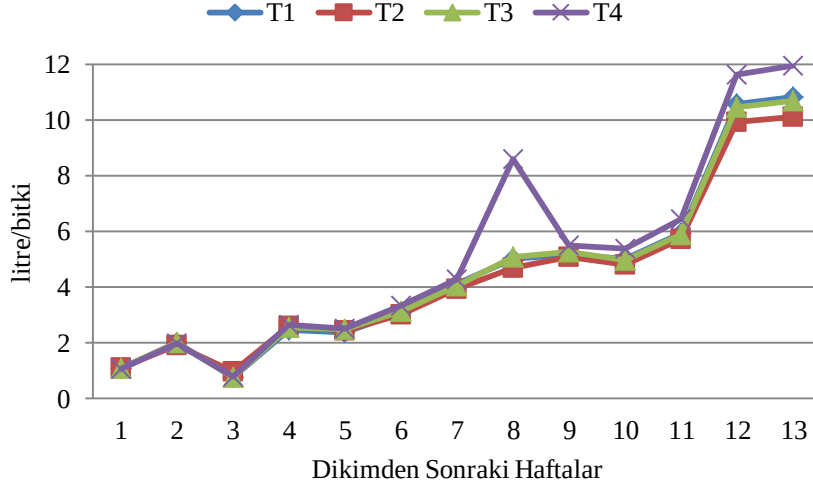
Uygulama konularından drene olan sulama suyu miktarları 13.37 – 23.31 litre/bitki arasında değişim göstermiştir. YO₁ uygulamasından drene olan sulama suyu miktarları 13.37 – 16.08 litre/bitki arasında, YO₂ uygulamasında da 18.72 – 23.31 litre/bitki arasında değerler almıştır. YO₁ uygulamasında en yüksek drenaj miktarı 16.08 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük drenaj miktarı ise 13.37 litre/bitki ile T₃ konusunda tespit edilmiştir. YO₂ uygulamasına ait en yüksek drenaj miktarı 23.31 litre/bitki ile T₄ konusunda ve en düşük drenaj miktarı ise 18.72 litre/bitki ile T₁ konusunda belirlenmiştir.

Şekil 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'ta konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konularda meydana gelen bitki su tüketimlerinin haftalık değişimleri sırayla verilmiştir. Buna göre konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan

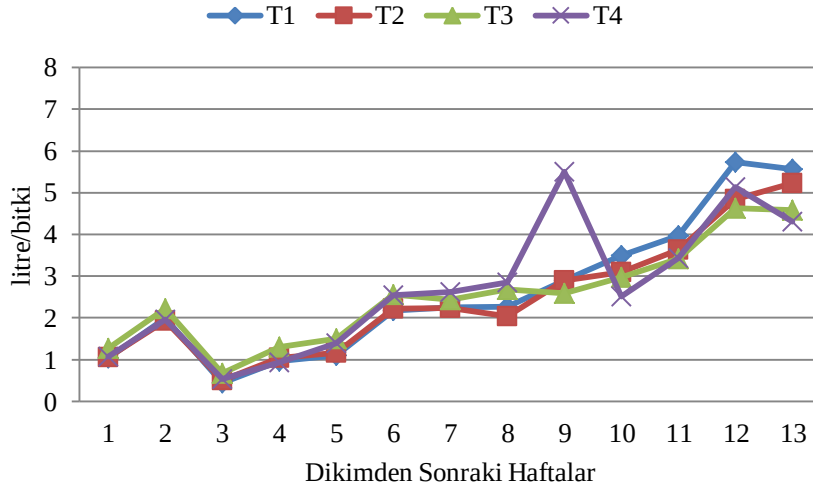
elde edilen bitki su tüketimleri birbirine benzer değişimler göstermiştir. Üretim döneminin ilk haftalarında (fide dikiminden sonraki ilk haftalar), bitkilerin çok küçük olmalarından ve sera içindeki sıcaklık değerlerinin ilk haftalarda düşük olmasından dolayı meydana gelen su tüketimleri de düşük miktarlarda olmuştur. Fide dikiminden beş altı hafta sonra bitkilerin gelişip büyümesiyle birlikte uygulanan su miktarları da artmaya başlamış, 6. haftadan 13. haftaya kadar konularda daha yüksek su tüketimleri meydana gelmiştir. Özellikle bitki gelişiminin hızlı ve yoğun olduğu 7. ve 13. haftalar arasında, her iki yıkama uygulamasında konulara daha yüksek sulama suyu miktarları verilmiştir. Konularda meydana gelen en yüksek bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasında T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 5.73 (12. hafta), 5.23 (13. hafta), 4.63 (12. hafta) ve 5.50 (9. hafta) litre/bitki olarak belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için en yüksek bitki su tüketimleri 7.32 (13. hafta), 6.37 (12. hafta), 7.07 (12. hafta) ve 7.35 (13. hafta) litre/bitki olarak elde edilmiştir. En düşük bitki su tüketimleri ise üretim döneminin 3. haftasında, YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 0.45, 0.50, 0.68 ve 0.53 litre/bitki, YO₂ uygulaması için ise 0.43, 0.65, 0.48 ve 0.52 litre/bitki olarak tespit edilmiştir.



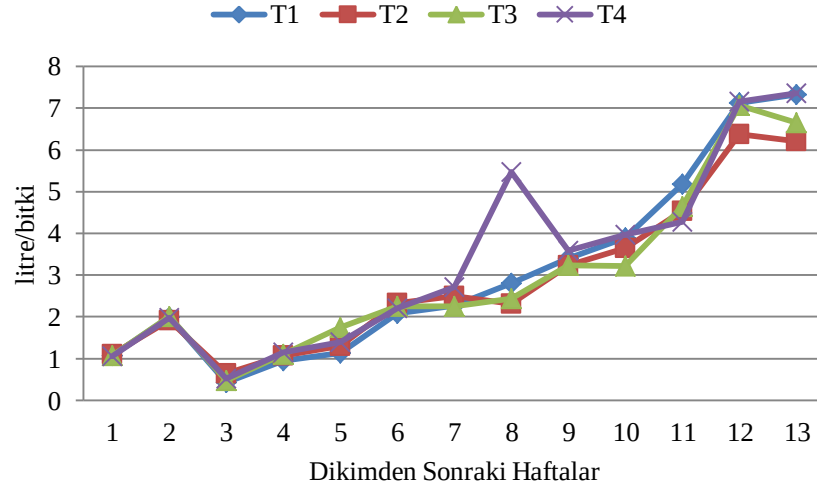
Şekil 4.37. YO₁ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.38. YO₂ konularına ilişkin uygulanan sulama suyu miktarlarının haftalık değişimi.



Şekil 4.39. YO₁ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

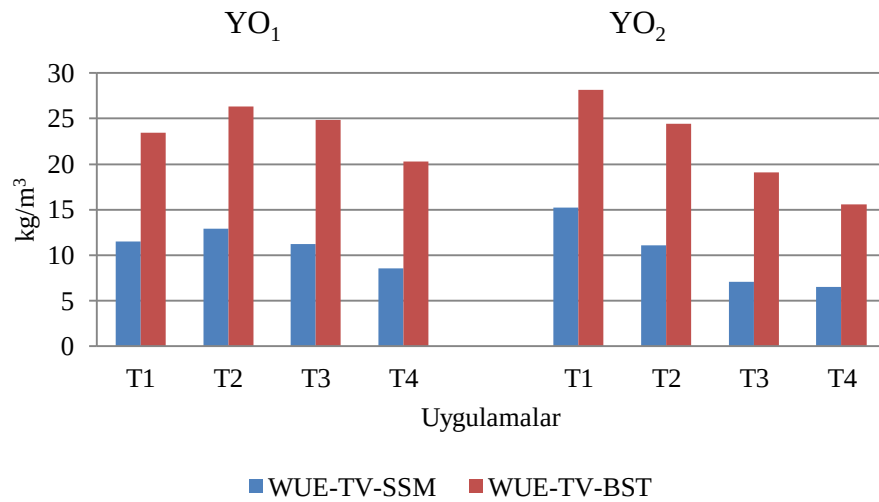


Şekil 4.40. YO₂ konularında elde edilen su tüketimlerinin haftalık değişimi.

4.2.2. Su kullanım etkinlikleri (WUE)

4.2.2.1. I. üretim dönemine ilişkin su kullanım etkinlikleri

I. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve (biber) ağırlıkları kullanılarak, uygulanan sulama suyu (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen besin çözeltisi (WUE_{TV-BST}) miktarlarına göre belirlenen su kullanım etkinlikleri Şekil 4.41’de verilmiştir.



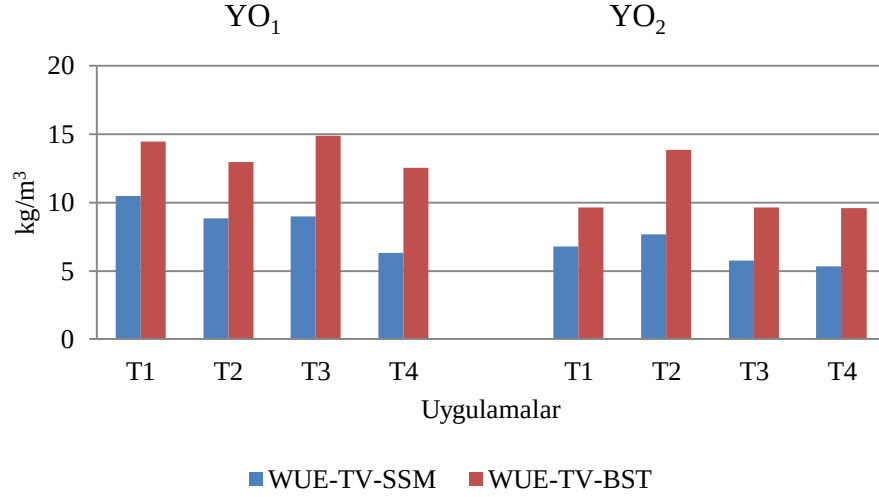
Şekil 4.41. I. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen (WUE_{TV-BST}) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3).

İlk üretim döneminde hasat edilen toplam meyve ağırlıkları incelendiğinde, WUE_{TV-SSM} değerlerinin $6.54 - 15.24 \text{ kg/m}^3$, WUE_{TV-BST} değerlerinin ise $15.57 - 28.15 \text{ kg/m}^3$ arasında değiştiği belirlenmiştir. YO_1 uygulamasında T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularından sağlanan WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 11.52, 12.93, 11.24 ve 8.56 kg/m^3 ; WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 23.42, 26.31, 24.83 ve 20.27 kg/m^3 olarak saptanmıştır. YO_2 uygulamasında konulara ait WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} değerleri ise T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konuları için sırasıyla 15.24, 11.06, 7.08 ve 6.54 kg/m^3 ile 28.15, 24.42, 19.11 ve 15.57 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

Su kullanım etkinlikleri, konulara uygulanan ve tüketilen besin çözeltisi miktarlarına göre belirlenmiş ve YO_1 yıkama uygulaması için en yüksek değerine T_2 konusunda, YO_2 yıkama uygulamasında ise T_1 konusunda ulaşmıştır. YO_1 ve YO_2 uygulamaları için en yüksek WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 12.93 ve 15.24 kg/m^3 , en yüksek WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 26.31 ve 28.15 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Su kullanım etkinliklerine ait en düşük değerler ise her iki yıkama uygulamasında da tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T_4 konularından elde edilmiştir. Buna göre YO_1 ve YO_2 uygulamalarında en düşük WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 8.56 ve 6.54 kg/m^3 , en düşük WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 20.27 ve 15.57 kg/m^3 olarak bulunmuştur. YO_1 uygulamasında konularda meydana gelen ortalama su kullanım etkinlikleri WUE_{TV-SSM} için 11.06 kg/m^3 , WUE_{TV-BST} için ise 23.71 kg/m^3 olmuştur. YO_2 uygulamasında WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} 'ye ait ortalama değerler ise 9.98 ve 21.81 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

4.2.2.2. II. üretim dönemine ilişkin su kullanım etkinlikleri

II. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve (biber) ağırlıkları kullanılarak, uygulanan sulama suyu (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen besin çözeltisi (WUE_{TV-BST}) miktarlarına göre belirlenen su kullanım etkinlikleri Şekil 4.42'de verilmiştir.



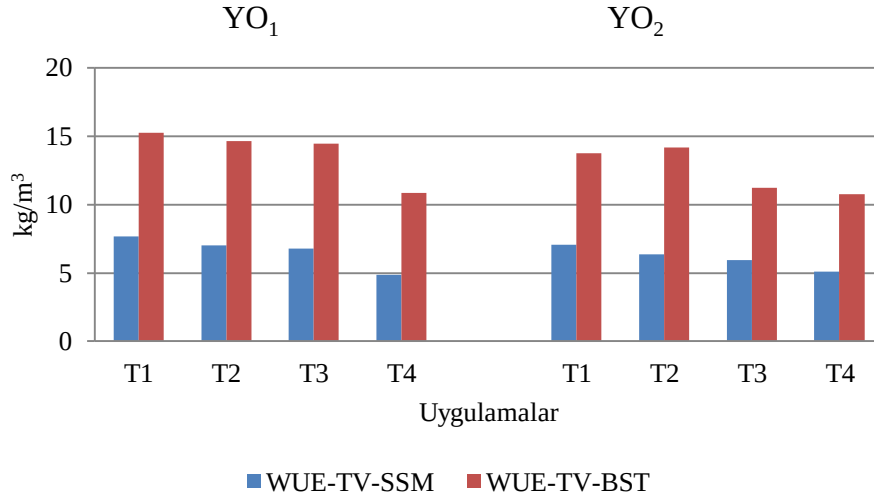
Şekil 4.42. II. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen (WUE_{TV-BST}) besin çözeltilisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3).

II. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve ağırlıkları incelendiğinde, WUE_{TV-SSM} değerlerinin $5.32 - 10.46 \text{ kg/m}^3$, WUE_{TV-BST} değerlerinin ise $9.61 - 14.89 \text{ kg/m}^3$ arasında değiştiği belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularından sağlanan WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 10.46, 8.86, 8.98 ve 6.32 kg/m^3 ; WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 14.45, 12.98, 14.89 ve 12.55 kg/m^3 olarak saptanmıştır. YO₂ uygulamasında konulara ait WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} değerleri ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 6.78, 7.69, 5.76 ve 5.32 kg/m^3 ile 9.66, 13.86, 9.64 ve 9.61 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

Su kullanım etkinlikleri, konulara uygulanan ve tüketilen besin çözeltisi miktarlarına göre belirlenmiş ve YO₁ yıkama uygulaması için en yüksek değerine ortalama olarak T₁ konusunda, YO₂ yıkama uygulamasında ise T₂ konusunda ulaşmıştır. YO₁ ve YO₂ uygulamaları için en yüksek WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 10.46 ve 7.69 kg/m^3 , en yüksek WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 14.45 ve 13.86 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Su kullanım etkinliklerine ait en düşük değerler ise her iki yıkama uygulamasında da tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T₄ konularından elde edilmiştir. Buna göre YO₁ ve YO₂ uygulamalarında en düşük WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 6.32 ve 5.32 kg/m^3 , en düşük WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 12.55 ve 9.61 kg/m^3 olarak bulunmuştur. YO₁ uygulamasında konularda meydana gelen ortalama su kullanım etkinlikleri WUE_{TV-SSM} için 8.66 kg/m^3 , WUE_{TV-BST} için ise 13.72 kg/m^3 olmuştur. YO₂ uygulamasında WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} 'ye ait ortalama değerler ise 6.39 ve 10.69 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

4.2.2.3. III. üretim dönemine ilişkin su kullanım etkinlikleri

III. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve (biber) ağırlıkları kullanılarak, uygulanan sulama suyu (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen besin çözeltileri (WUE_{TV-BST}) miktarlarına göre belirlenen su kullanım etkinlikleri Şekil 4.43'te verilmiştir.



Şekil 4.43. III. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen (WUE_{TV-BST}) besin çözeltilisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m^3).

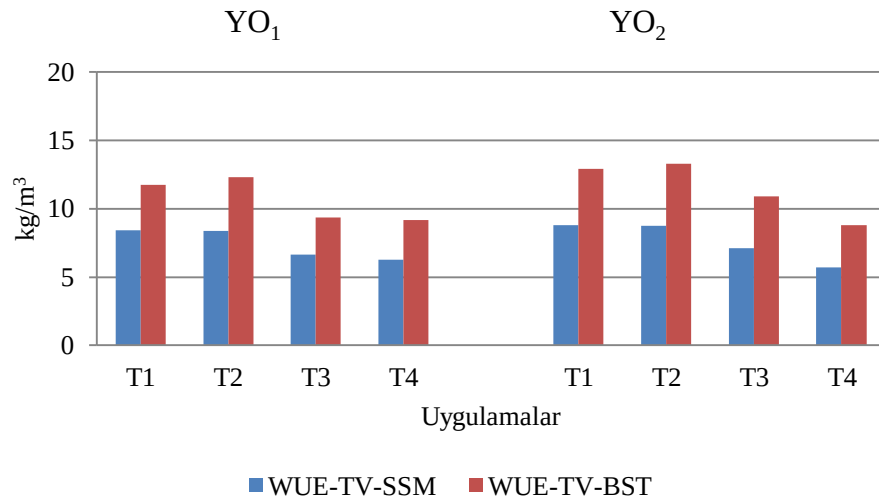
III. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve ağırlıkları incelendiğinde, WUE_{TV-SSM} değerlerinin $4.84 - 7.65 kg/m^3$, WUE_{TV-BST} değerlerinin ise $10.77 - 15.27 kg/m^3$ arasında değiştiği belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularından sağlanan WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 7.65, 7.00, 6.76 ve 4.84 kg/m^3 ; WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 15.27, 14.63, 14.45 ve 10.84 kg/m^3 olarak saptanmıştır. YO₂ uygulamasında konulara ait WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} değerleri ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 7.07, 6.35, 5.96 ve 5.09 kg/m^3 ile 13.76, 14.20, 11.21 ve 10.77 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

Su kullanım etkinlikleri, konulara uygulanan ve tüketilen besin çözeltileri miktarlarına göre belirlenmiş ve YO₁ yıkama uygulaması için en yüksek değerine T₁ konusunda, YO₂ yıkama uygulamasında ise yine ortalama olarak T₁ konusunda ulaşmıştır. YO₁ ve YO₂ uygulamaları için en yüksek WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 7.65 ve 7.07 kg/m^3 , en yüksek WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 15.27 ve 13.76 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Su kullanım etkinliklerine ait en düşük değerler ise her iki yıkama uygulamasında da tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T₄

konularından elde edilmiştir. Buna göre YO₁ ve YO₂ uygulamalarında en düşük WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 4.84 ve 5.09 kg/m³, en düşük WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 10.84 ve 10.77 kg/m³ olarak bulunmuştur. YO₁ uygulamasında konularda meydana gelen ortalama su kullanım etkinlikleri WUE_{TV-SSM} için 6.56 kg/m³, WUE_{TV-BST} için ise 13.80 kg/m³ olmuştur. YO₂ uygulamasında WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST}'ye ait ortalama değerler ise 6.12 ve 12.49 kg/m³ olarak bulunmuştur.

4.2.2.4. IV. üretim dönemine ilişkin su kullanım etkinlikleri

IV. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve (biber) ağırlıkları kullanılarak, uygulanan sulama suyu (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen besin çözeltisi (WUE_{TV-BST}) miktarlarına göre belirlenen su kullanım etkinlikleri Şekil 4.44'te verilmiştir.



Şekil 4.44. IV. üretim döneminde yıkama konularına ilişkin uygulanan (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen (WUE_{TV-BST}) besin çözeltisine göre belirlenen su kullanım etkinlikleri (kg/m³).

IV. üretim döneminde hasat edilen toplam meyve ağırlıkları incelendiğinde, WUE_{TV-SSM} değerlerinin 5.72 – 8.79 kg/m³, WUE_{TV-BST} değerlerinin ise 8.82 – 13.28 kg/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularından sağlanan WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 8.41, 8.38, 6.64 ve 6.26 kg/m³; WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 11.77, 12.31, 9.34 ve 9.16 kg/m³ olarak saptanmıştır. YO₂ uygulamasında konulara ait WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} değerleri ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 8.79, 8.76, 7.13 ve 5.72 kg/m³ ile 12.94, 13.28, 10.91 ve 8.82 kg/m³ olarak bulunmuştur.

Su kullanım etkinlikleri, konulara uygulanan ve tüketilen besin çözeltileri miktarlarına göre belirlenmiş ve hem YO₁ hem de YO₂ yıkama uygulamalarında konulara uygulanan sulama suyu ve tüketilen besin çözeltileri miktarları açısından ortalama olarak en yüksek değerine T₂ konusunda ulaşmıştır. YO₁ ve YO₂ uygulamaları için en yüksek WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 8.38 ve 8.76 kg/m³, en yüksek WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 12.31 ve 13.28 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Su kullanım etkinliklerine ait en düşük değerler ise her iki yıkama uygulamasında da tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T₄ konularından elde edilmiştir. Buna göre YO₁ ve YO₂ uygulamalarında en düşük WUE_{TV-SSM} değerleri sırasıyla 6.26 ve 5.72 kg/m³, en düşük WUE_{TV-BST} değerleri ise sırasıyla 9.16 ve 8.82 kg/m³ olarak bulunmuştur. YO₁ uygulamasında konularda meydana gelen ortalama su kullanım etkinlikleri WUE_{TV-SSM} için 7.42 kg/m³, WUE_{TV-BST} için ise 10.65 kg/m³ olmuştur. YO₂ uygulamasında WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST}'ye ait ortalama değerler ise 7.60 ve 11.49 kg/m³ olarak bulunmuştur.

4.3. Verim, Vejetatif Gelişim ve Bazı Meyve Kalite Özelliklerine İlişkin Bulgular

4.3.1. Verim

4.3.1.1. Meyve ağırlığı

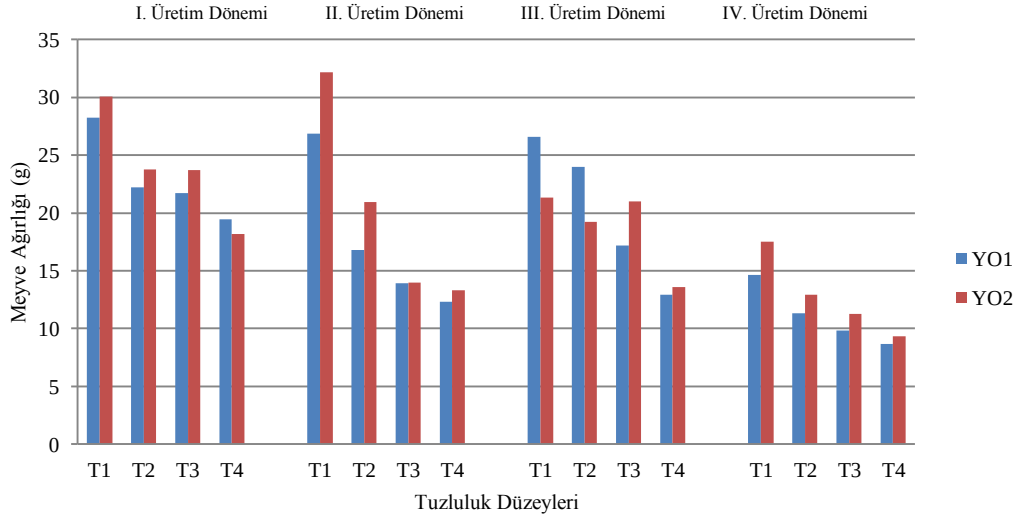
Uygulama konularının meyve ağırlığı üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.1 incelendiğinde, ilk üç üretim döneminde yıkama uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, IV. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan etkileşiminin konular arasında yarattığı fark % 95 güvenle dört üretim dönemi için de önemli olmuştur.

Çizelge 4.1. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve ağırlığı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Meyve Ağırlığı (g)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	22.90	17.48	20.18	11.11
	% 35-40 (YO ₂)	23.93	20.10	18.79	12.76
					*
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	29.16 a	29.52 a	23.96 a	16.08 a
	K+2 dS/m (T ₂)	22.98 b	18.86 b	21.60 a	12.11 b
	K+4 dS/m (T ₃)	22.70 b	13.93 bc	19.09 a	10.55 bc
	K+6 dS/m (T ₄)	18.80 c	12.82 c	13.27 b	8.99 c
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

I. üretim döneminde, en ağır meyveler tuzluluk uygulamaları arasında düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T₁ konusunda 29.16 g bulunmuştur. En düşük meyve ağırlığı ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T₄ konusunda 18.80 g olarak belirlenmiştir. II. üretim döneminde, en yüksek meyve ağırlığı T₁ konusunda 29.52 g, en düşük meyve ağırlığı T₄ konusunda 12.82 g bulunmuştur. III. üretim döneminde, en ağır meyveler tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde ve aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁, T₂ ve T₃ konularından sırasıyla 23.96, 21.60 ve 19.09 g, en düşük meyve ağırlığı ise T₄ konusunda 13.27 g bulunmuştur. IV. üretim döneminde ise, en ağır meyveler T₁ konusunda 16.08 g, en düşük meyveler de T₄ konusunda 8.99 g olarak elde edilmiştir. Ayrıca IV. üretim döneminde elde edilen meyve ağırlıklarının diğer üç döneme göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak, sera dışı ve sera içi meteorolojik değerlerde meydana gelen ani değişimler (sıcaklık ve nem değişimleri) ile sulama programlamasında yaşanan sıkıntılar ve düzensizliklerin bitki üzerinde yaratmış olduğu stres söylenebilir.



Şekil 4.45. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve ağırlığı değerleri (g).

Ortalama meyve ağırlıklarını veren Şekil 4.45 incelendiğinde, I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde genellikle YO₂ uygulamasında YO₁ uygulamasına oranla meyve ağırlıklarının daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla meyve ağırlıkları ortalama olarak I. üretim döneminde % 4.01, II. üretim döneminde % 13.23 artmış, III. üretim döneminde ise % 3.09 azalmış ve IV. üretim döneminde ise % 14.10 artmıştır.

4.3.1.2. Birim alandaki meyve sayısı

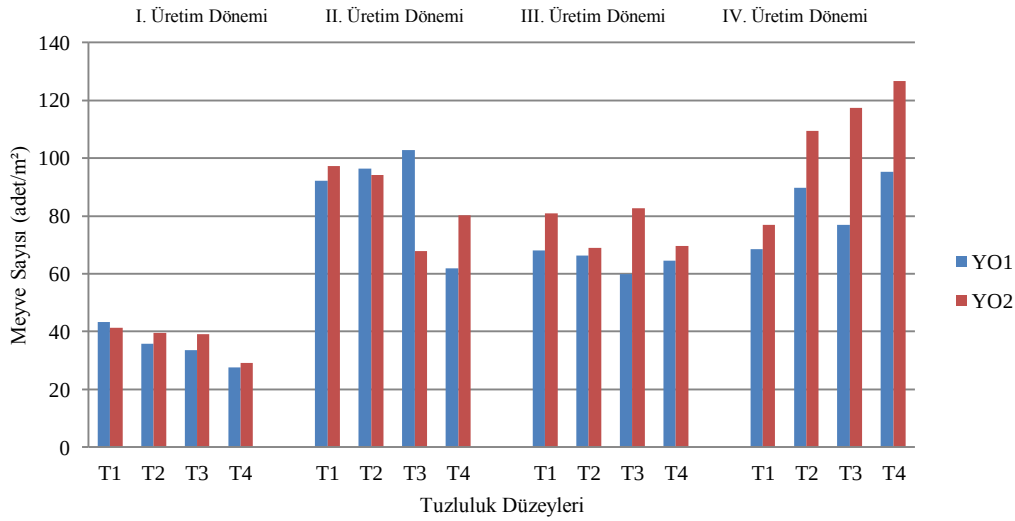
Uygulama konularının birim alandaki meyve sayıları üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.2 incelendiğinde, I., II. ve IV. üretim döneminde yıkama uygulamalarının birim alandaki meyve sayısı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, III. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark I. üretim döneminde % 95 güvenle önemli olurken, diğer üç üretim dönemi için istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.2. Üretim dönemlerinde uygulama konularının birim alanda meyve sayısı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Meyve Sayısı (adet/m ²)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	35.07	88.33	64.72	82.64
	% 35-40 (YO ₂)	37.29	84.86	75.56	107.64
				*	
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	42.36 a	94.72	74.44	72.77 a
	K+2 dS/m (T ₂)	37.63 a	95.27	67.63	99.58 a
	K+4 dS/m (T ₃)	36.39 a	85.27	71.38	97.22 a
	K+6 dS/m (T ₄)	28.33 b	71.11	67.08	110.98 b
		*			

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

I. ve IV. üretim dönemlerinde, en fazla birim alandaki meyve sayısı tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde ve aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁, T₂ ve T₃ konularından elde edilmiş olup, I. üretim döneminde sırasıyla 42.36, 37.63 ve 36.39 adet/m², IV. üretim döneminde ise sırasıyla 72.77, 99.58 ve 97.22 adet/m² bulunmuştur. En az meyve sayısı ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T₄ konusunda I. üretim döneminde 28.33 adet/m², IV. üretim döneminde ise 110.98 adet/m² olarak belirlenmiştir. II. ve III. üretim dönemlerinde ise, meyve sayıları tuzluluk uygulamalarının hepsinde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş, T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında II. üretim döneminde sırasıyla 94.72, 95.27, 85.27 ve 71.11 adet/m², III. üretim döneminde bu sıra 74.44, 67.63, 71.38 ve 67.08 adet/m² olmuştur.



Şekil 4.46. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin birim alandan elde edilen meyve sayıları (adet/m²).

Birim alandaki meyve sayılarını veren Şekil 4.46 incelendiğinde, I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde genellikle YO₂ uygulamasında YO₁ uygulamasına oranla meyve sayılarının daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla meyve sayıları ortalama olarak I. üretim döneminde % 7.05 artmış, II. üretim döneminde % 0.33 azalmış, III. üretim döneminde % 17.17 ve IV. üretim döneminde ise % 29.95 artmıştır. I. üretim döneminde elde edilen meyve sayıları diğer dönemlere göre daha az olmuştur. Bunun nedeni olarak, hem sera içi ve sera dışındaki havanın diğer dönemlere göre daha soğuk olması (bu dönemin sonbahar aylarına denk gelmesi), hem de ilk üretim dönemi olduğundan meyve hasatları için uygun hasat iriliklerinin beklenmesi gösterilebilir. Ayrıca bu üretim dönemi ortasında sera örtüsünün temizlenmesi sırasında küçük bir kaza yaşanmış ve bu da üçüncü tekerrürlerdeki T₁ ve T₃ konularında bulunan bitkilerin zarar görmesine neden olarak hasat edilen meyve sayılarını azaltmıştır.

4.3.1.3. Çiçek burnu çürüklüğü oranı

Uygulama konularının çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.3 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular

arasında yarattığı fark ise dört üretim döneminde de % 95 güvenle önemli bulunmuştur.

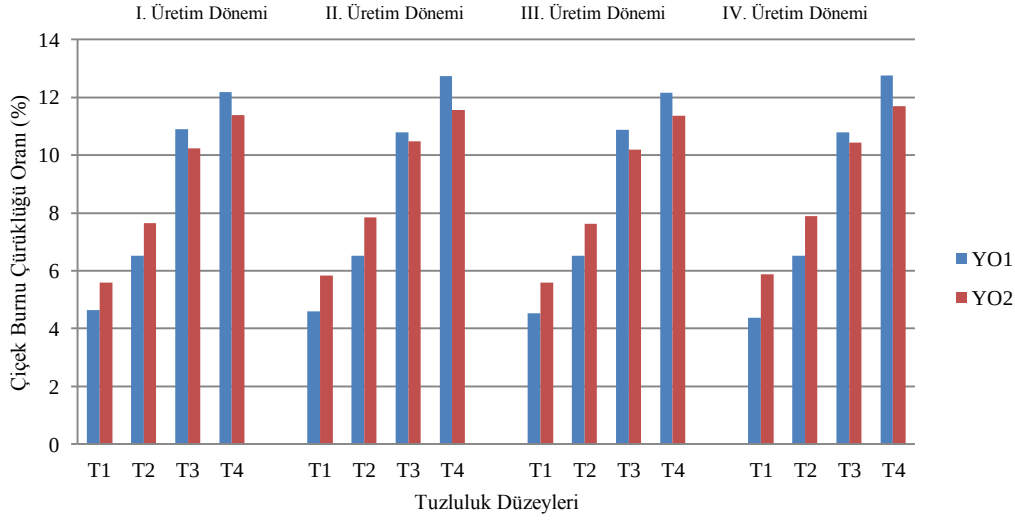
Çizelge 4.3. Üretim dönemlerinde uygulama konularının çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Çiçek Burnu Çürüklüğü Oranı (%)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	8.56	8.66	8.52	8.61
	% 35-40 (YO ₂)	8.71	8.93	8.69	8.98
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	5.11 a	5.21 a	5.05 a	5.12 a
	K+2 dS/m (T ₂)	7.08 b	7.18 b	7.07 b	7.19 b
	K+4 dS/m (T ₃)	10.55 c	10.63 c	10.53 c	10.61 c
	K+6 dS/m (T ₄)	11.78 c	12.14 d	11.77 c	12.22 d
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. ve III. üretim dönemlerinde en az çiçek burnu çürüklüğü oranı tuzluluk uygulamaları arasında en düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T₁ konusunda sırasıyla % 5.11 ve % 5.05, en fazla ise aynı istatistiksel grup içerisine giren T₃ ve T₄ konularında I. üretim döneminde % 10.55 ve % 11.78, III. üretim döneminde % 10.53 ve % 11.77 olarak bulunmuştur. II. ve IV. üretim dönemlerinde en az çiçek burnu çürüklüğü oranı T₁ tuzluluk uygulamasında sırasıyla % 5.21 ve % 5.12, en fazla ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T₄ konusunda yine sırasıyla % 12.14 ve % 12.22 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.47. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin çiçek burnu çürüklüğü oranları (%).

Çiçek burnu çürüklüğü oranlarını veren Şekil 4.47 incelendiğinde, dört üretim döneminde de T_1 ve T_2 tuzluluk düzeylerinin çiçek burnu çürüklüğü oranları YO₁ yıkama uygulamasında YO₂ yıkama uygulamasındakine oranla daha az olmuştur. Tüm üretim dönemlerinde T_3 ve T_4 tuzluluk düzeylerindeki çiçek burnu çürüklüğü oranlarının ise YO₁ uygulamasında YO₂ uygulamasına oranla daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

4.3.2. Vejetatif gelişim

4.3.2.1. Bitki boyu

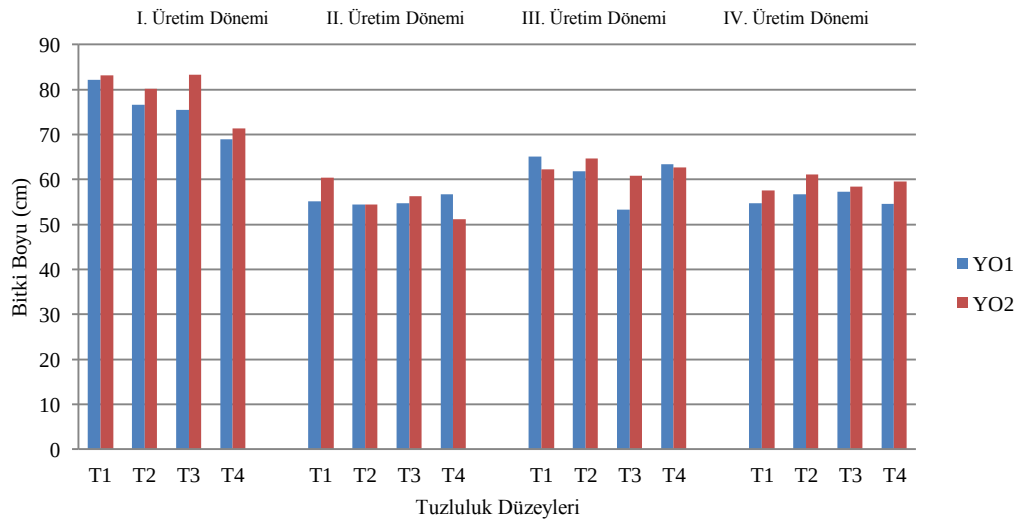
Uygulama konularının üretim dönemleri boyunca ortalama bitki boyları üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.4 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının ortalama bitki boyu üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı farklar dört üretim dönemi için de istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Üretim dönemlerinde uygulama konularının bitki boyu üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Bitki Boyu (cm)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	95.62	94.00	77.75	95.25
	% 35-40 (YO ₂)	102.67	102.17	81.17	107.42
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	82.68	57.81	63.64	56.12
	K+2 dS/m (T ₂)	78.37	54.39	63.24	58.95
	K+4 dS/m (T ₃)	79.37	55.50	57.07	57.83
	K+6 dS/m (T ₄)	70.14	53.96	63.07	57.09
	ö.d.				

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. üretim döneminde en kısa bitki boyu, tuzluluk uygulamaları arasında en yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan T₄ konusunda 70.14 cm, en uzun bitki boyu ise en düşük tuz konsantrasyonuna sahip T₁ konusunda 82.68 cm olarak elde edilmiştir. II., III. ve IV. üretim dönemlerinde, bitki boyları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, II. üretim döneminde sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 57.81, 54.39, 55.50 ve 53.96 cm, III. üretim döneminde 63.64, 63.24, 57.07 ve 63.07 cm, IV. dönemde ise yine sırasıyla 56.12, 58.95, 57.83 ve 57.09 cm bulunmuştur.



Şekil 4.48. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin ortalama bitki boyları (cm).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin ortalama bitki boylarını veren Şekil 4.48 incelendiğinde, üretim dönemlerinde genellikle YO₂ uygulamasında YO₁ uygulamasına oranla bitki boylarının daha uzun değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla bitki boyları ortalama olarak I. üretim döneminde % 4.9, II. üretim döneminde % 0.63, III. üretim döneminde % 3.36 ve IV. üretim döneminde ise % 5.99 artmıştır.

4.3.2.2. Gövde çapı

Uygulama konularının üretim dönemleri boyunca ortalama bitki gövde çapları üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.5 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının ortalama bitki gövde çapları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı fark I. ve II. üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunurken, III. ve IV. üretim dönemleri için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Üretim dönemlerinde uygulama konularının bitki gövde çapı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

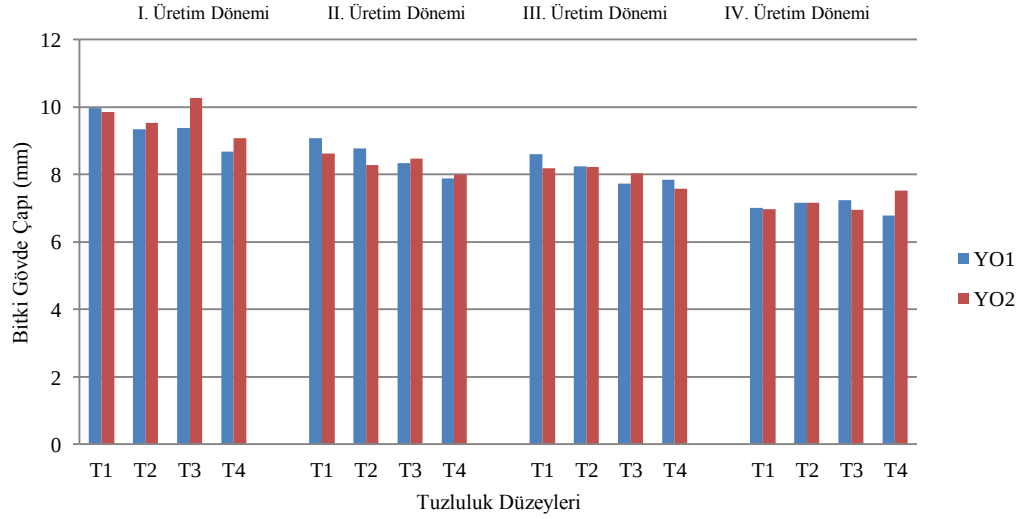
Uygulama Konuları		Gövde Çapı (mm)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	12.30	12.12	10.39	9.95
	% 35-40 (YO ₂)	12.76	12.30	10.24	10.31
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	9.91 a	8.85 a	8.39	6.99
	K+2 dS/m (T ₂)	9.44 a	8.52 a	8.23	7.15
	K+4 dS/m (T ₃)	9.82 a	8.40 ab	7.89	7.09
	K+6 dS/m (T ₄)	8.87 b	7.94 b	7.70	7.15
		*	*		

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. üretim döneminde en az bitki gövde çapı, tuzluluk uygulamaları arasında en yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan T₄ konusunda 8.87 mm, en fazla gövde çapı ise tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla (T₁, T₂ ve T₃) 9.91, 9.44 ve 9.82 mm bulunmuştur. II. dönemin

en az gövde çapı yine T₄ konusunda 7.94 mm, en fazla T₁ ve T₂ konularında 8.85 ve 8.52 mm olmuştur. III. ve IV. üretim dönemlerinde, bitki gövde çapları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, III. üretim döneminde sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 8.39, 8.23, 7.89 ve 7.70 mm, IV. üretim döneminde 6.99, 7.15, 7.09 ve 7.15 mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.49. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin üretim dönemi sonundaki ortalama bitki gövde çapları (mm).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin ortalama gövde çaplarını veren Şekil 4.49 incelendiğinde, üretim dönemlerinde genellikle YO₁ ve YO₂ uygulamalarında ortalama gövde çaplarının birbirine yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla bitki gövde çapları ortalama olarak I. üretim döneminde % 3.73 artmış, II. ve III. üretim dönemlerinde % 1.84 ve % 1.17 azalmış, IV. üretim döneminde ise % 1.51 artmıştır.

4.3.3. Bazı meyve kalite özellikleri

4. 3. 3. 1. Meyve kuru madde miktarı

Uygulama konularının üretim dönemlerine ait meyve kuru madde miktarı üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.6 incelendiğinde, I. ve IV. üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının meyve kuru madde miktarı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli

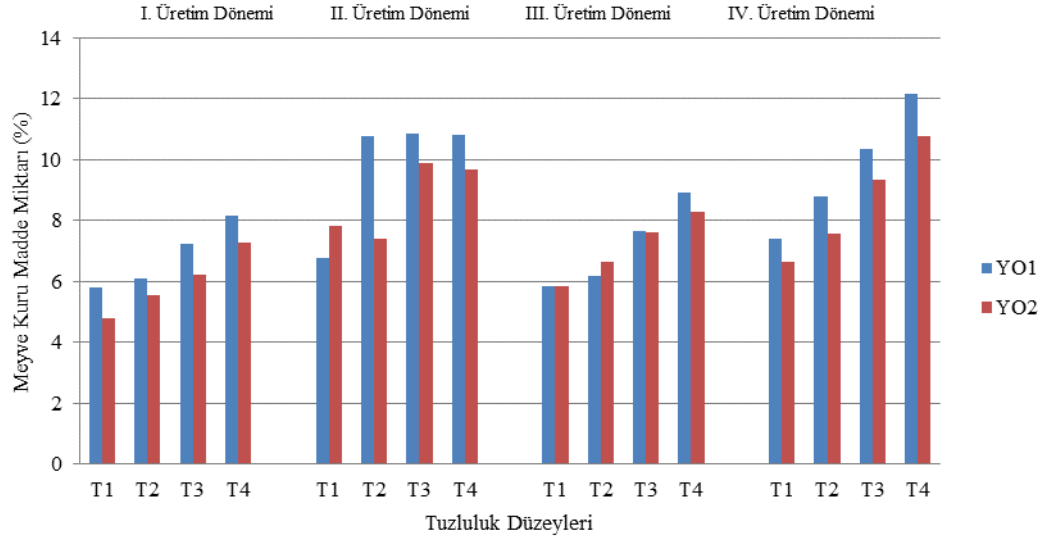
bulunurken, II. ve III. üretim dönemlerinde önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan etkileşiminin konular arasında yarattığı fark tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve kuru madde miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Meyve Kuru Madde Miktarı (%)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	6.83	9.81	7.14	9.68
	% 35-40 (YO ₂)	5.97	8.70	7.10	8.58
		*			*
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	5.29 a	7.30 a	5.83 a	7.02 a
	K+2 dS/m (T ₂)	5.84 a	9.08 ab	6.41 a	8.17 b
	K+4 dS/m (T ₃)	6.73 b	10.38 b	7.62 b	9.84 c
	K+6 dS/m (T ₄)	7.72 c	10.24 b	8.60 c	11.47 d
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

I. üretim döneminde en düşük meyve kuru madde miktarı, tuzluluk uygulamalarının ilk ikisinde (T₁ ve T₂) aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla % 5.29 ve % 5.84 bulunmuştur. En yüksek meyve kuru madde miktarı ise, tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T₄ konusunda % 7.72 olarak elde edilmiştir. II. üretim döneminde en düşük değer T₁ konusunda % 7.30, en yüksek değerler ise, aynı istatistiksel grup içerisine giren T₃ ve T₄ konularında % 10.38 ve % 10.24 bulunmuştur. III. dönemde en düşük meyve kuru madde miktarı I. dönemde olduğu gibi, tuzluluk uygulamalarının ilk ikisinde (T₁ ve T₂) aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla % 5.83 ve % 6.41, en yüksek meyve kuru madde miktarı ise, tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T₄ konusunda % 8.60 olmuştur. Son üretim döneminde ise, en düşük değer T₁ konusunda % 7.02, en yüksek değer T₄ tuzluluk uygulamasında % 11.47 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.50. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve kuru madde miktarı (%).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve kuru madde miktarlarını veren Şekil 4.50 incelendiğinde, üretim dönemlerinde genellikle YO₁ uygulamalarında elde edilen meyve kuru madde miktarı değerlerinin YO₂ uygulamalarında elde edilen değerlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla meyve kuru madde miktarları ortalama olarak I. üretim döneminde % 12.71, II. dönemde % 8.76, IV. dönemde ise % 11.46 daha yüksek olurken, III. üretim döneminde % 0.10 daha düşük elde edilmiştir.

4.3.3.2. Meyve suyunun EC değeri

Uygulama konularının üretim dönemlerine ait meyve suyu EC değerleri üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.7’de, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının meyve suyu EC değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunmuştur.

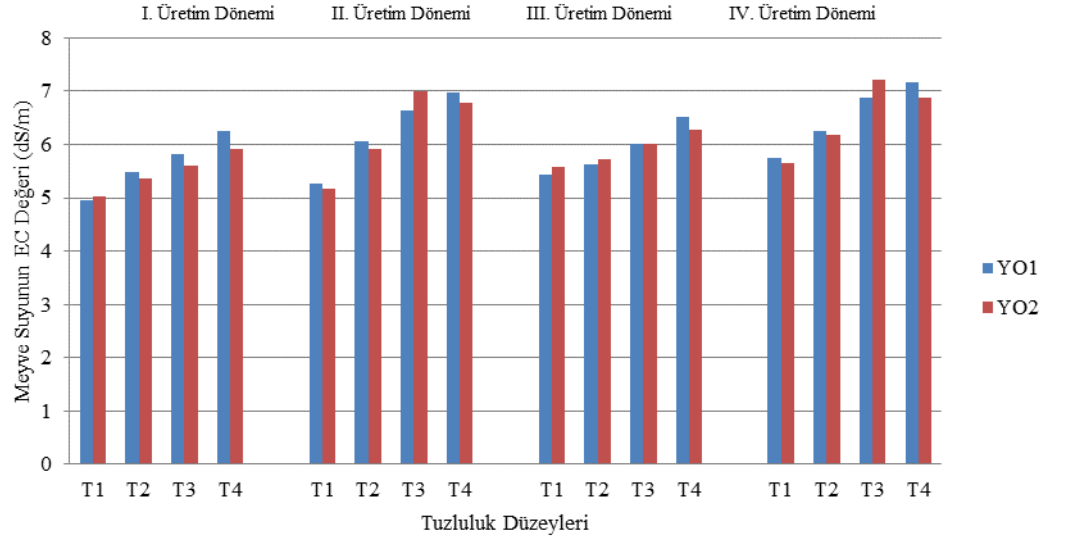
Çizelge 4.7. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve suyunun EC değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		EC (dS/m)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	5.63	6.23	5.90	6.52
	% 35-40 (YO ₂)	5.47	6.22	5.91	6.48
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	4.98 a	5.20 a	5.51 a	5.70 a
	K+2 dS/m (T ₂)	5.42 b	5.98 b	5.68 a	6.21 a
	K+4 dS/m (T ₃)	5.70 c	6.82 c	6.01 b	7.05 b
	K+6 dS/m (T ₄)	6.08 d	6.87 c	6.39 c	7.02 b
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. üretim döneminde en düşük meyve suyu EC değeri, tuzluluk uygulamaları arasında en düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T₁ konusunda 4.98 dS/m, en yüksek meyve suyu EC değeri ise tuz konsantrasyonunun en fazla olduğu T₄ konusunda 6.08 dS/m bulunmuştur. II. dönemin en düşük meyve suyu EC değeri yine T₁ konusundan 5.20 dS/m, en yüksek değerleri ise aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olan T₃ ve T₄ konularından 6.82 ve 6.87 dS/m olarak elde edilmiştir. III. dönemde en düşük değerler aynı istatistiksel grup içerisindeki T₁ ve T₂ konularında 5.51 ve 5.68 dS/m, en yüksek değer T₄ konusundan 6.39 dS/m olmuştur. IV. üretim döneminde, en düşük meyve suyu EC değerleri tuzluluk uygulamalarının T₁ ve T₂ konularında aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, 5.70 ve 6.21 dS/m, en yüksek değerler ise, yine aynı istatistiksel grup içerisindeki T₃ ve T₄ konularında 7.05 ve 7.02 dS/m olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.51. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyunun EC değerleri (dS/m).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyu EC değerlerini veren Şekil 4.51 incelendiğinde, üretim dönemlerindeki değerler 4.95 dS/m ile 7.22 dS/m arasında değişmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla meyve suyu EC değerleri ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 2.50, % 0.27 ve % 0.68 daha yüksek olurken, III. üretim döneminde % 0.25 daha düşük elde edilmiştir.

4.3.3.3. Meyve suyunun pH değeri

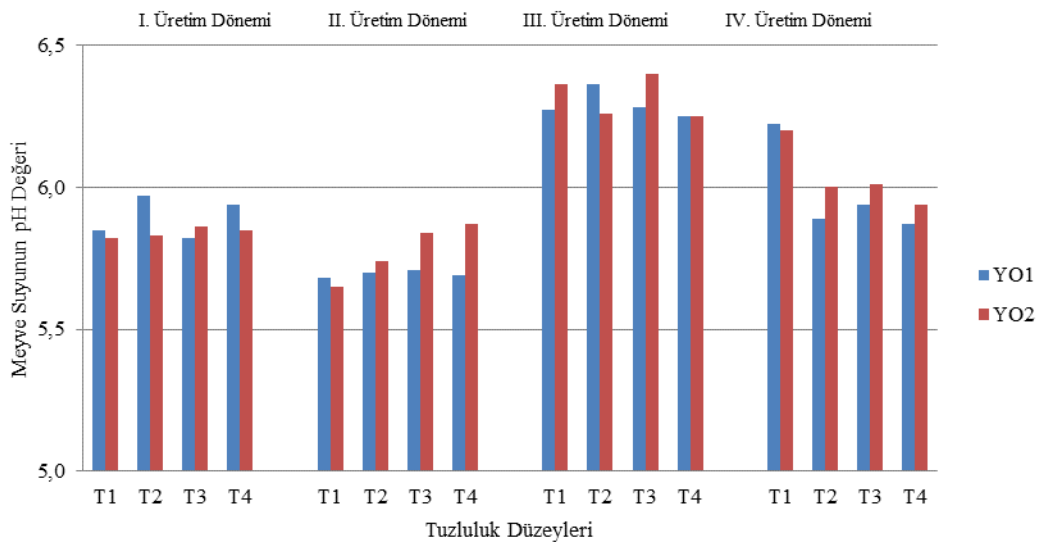
Uygulama konularının üretim dönemlerine ait meyve suyu pH değerleri üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.8’de, yıkama uygulamalarının meyve suyu pH değerleri üzerinde oluşturduğu etki I., III. ve IV. üretim dönemlerinde istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, II. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise, ilk üç üretim döneminde % 95 güvenle önemli, son üretim döneminde önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Üretim dönemlerinde uygulama konularının meyve suyunun pH değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		pH Değeri			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	5.90	5.70	6.29	5.98
	% 35-40 (YO ₂)	5.84	5.78	6.32	6.04
			*		
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	5.83	5.66	6.31	6.20 a
	K+2 dS/m (T ₂)	5.83	5.72	6.31	5.94 b
	K+4 dS/m (T ₃)	5.89	5.77	6.34	5.97 b
	K+6 dS/m (T ₄)	5.89	5.78	6.25	5.90 b
					*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

I. ve III. üretim dönemlerinde tüm tuzluluk düzeyi uygulamalarının meyve suyu pH değerleri üzerinde oluşturduğu etki, istatistiksel anlamda aynı grup içerisinde yer almış, sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) I. dönemde 5.83, 5.83, 5.89 ve 5.89, III. dönemde 6.31, 6.31, 6.34 ve 6.25 olmuştur. II. dönemin en düşük meyve suyu pH değeri T₁ konusundan 5.66, en yüksek değerleri ise aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olan T₃ ve T₄ konularından 5.77 ve 5.78 olarak elde edilmiştir. IV. dönemde en düşük değer yine T₁ tuzluluk düzeyinde 6.20 olarak meydana gelirken, en yüksek değerler aynı istatistiksel grup içerisindeki T₂, T₃ ve T₄ konularında 5.94, 5.97 ve 5.90 olmuştur.



Şekil 4.52. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyunun pH değerleri.

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin meyve suyu pH değerlerini veren Şekil 4.52 incelendiğinde, üretim dönemlerindeki değerler 5.65 ile 6.40 arasında değişmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla meyve suyu pH değerleri ortalama olarak I. üretim döneminde % 0.92 daha yüksek, II., III. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.40, % 0.44 ve % 0.98 daha düşük elde edilmiştir.

4.3.3.4. Titre edilebilir asit miktarı

Uygulama konularının üretim dönemlerine ait titre edilebilir asit miktarları üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.9 incelendiğinde, I. ve II. üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının titre edilebilir asit miktarları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemliken, III. ve IV. üretim dönemlerinde ise önemsiz bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli çıkmıştır.

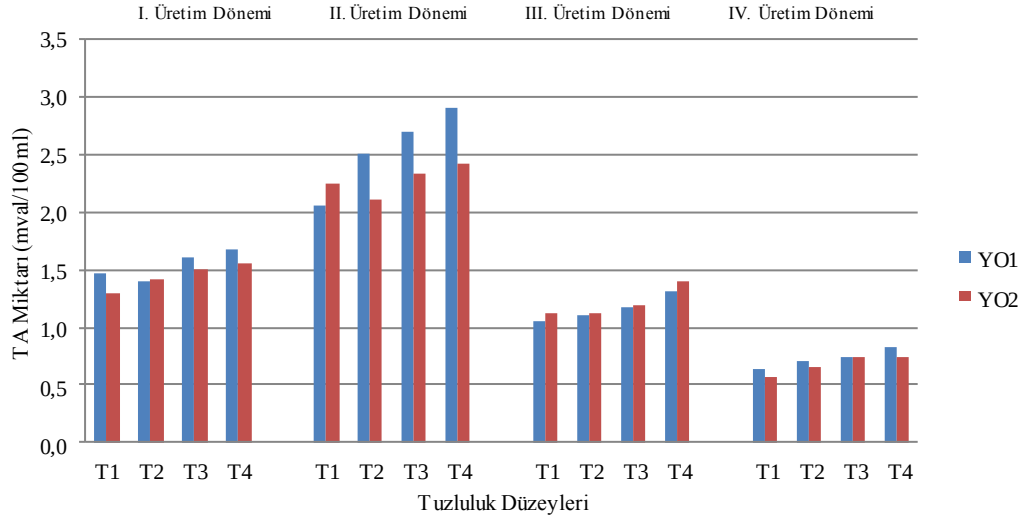
Çizelge 4.9. Üretim dönemlerinde uygulama konularının titre edilebilir asit miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Titre Edilebilir Asit Miktarı (mval/100 ml)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	1.54	2.54	1.16	0.73
	% 35-40 (YO ₂)	1.44	2.28	1.21	0.68
		*	*		
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	1.37 a	2.14 a	1.09 a	0.60 a
	K+2 dS/m (T ₂)	1.39 a	2.30 ab	1.11 a	0.67 ab
	K+4 dS/m (T ₃)	1.55 b	2.51 bc	1.18 ab	0.74 bc
	K+6 dS/m (T ₄)	1.61 b	2.65 c	1.35 b	0.78 c
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

I. üretim döneminde en düşük titre edilebilir asit miktarları aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₂ konularında 1.37 ve 1.39 mval/100 ml, en yüksek değerleri ise T₃ ve T₄ konularında 1.55 ve 1.61 mval/100 ml olmuştur. II. ve IV. dönemlerin en düşük değerleri tuz konsantrasyonunun en az olduğu T₁ konusunda sırasıyla 2.14 ve 0.60 mval/100 ml, en yüksek değerleri ise tuz konsantrasyonunun

en fazla olduğu T₄ konusunda 2.65 ve 0.78 mval/100 ml bulunmuştur. III. üretim döneminin en düşük titre edilebilir asit miktarları T₁ ve T₂ konularından 1.09 ve 1.11 mval/100 ml, en yüksek değeri ise T₄ tuz konsantrasyonu uygulamasından 1.35 mval/100 ml olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.53. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin titre edilebilir asit miktarları (mval/100 ml).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin titre edilebilir asit miktarlarını veren Şekil 4.53 incelendiğinde, üretim dönemlerindeki değerler 0.57 mval/100 ml ile 2.90 mval/100 ml arasında değişim göstermiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama oranı uygulamasına oranla titre edilebilir asit miktarları ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 6.04, % 9.19 ve % 6.32 daha yüksek olmuş, III. üretim döneminde ise % 3.84 daha düşük bulunmuştur.

4.3.3.5. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Uygulama konularının üretim dönemlerine ait suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.10 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark dört üretim döneminde de % 95 güvenle önemli bulunmuştur.

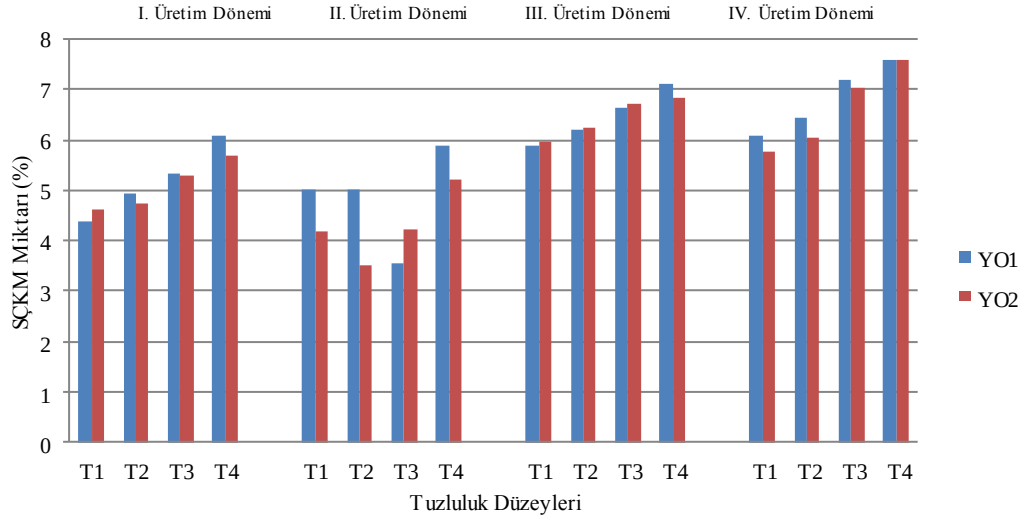
Çizelge 4.10. Üretim dönemlerinde uygulama konularının suda çözünabilir kuru madde miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	5.18	4.87	6.45	6.81
	% 35-40 (YO ₂)	5.08	4.28	6.44	6.60
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	4.50 a	4.60 ab	5.91 a	5.91 a
	K+2 dS/m (T ₂)	4.83 a	4.26 a	6.21 b	6.23 a
	K+4 dS/m (T ₃)	5.31 b	3.89 a	6.68 c	7.08 b
	K+6 dS/m (T ₄)	5.86 c	5.55 b	6.96 d	7.56 b
		*	*	*	*

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. üretim döneminde en düşük suda çözünabilir kuru madde miktarları aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₂ konularında % 4.50 ve % 4.83, en yüksek değeri ise en fazla tuz konsantrasyonunun uygulandığı T₄ konusunda % 5.86 olarak bulunmuştur. II. dönemin en düşük değerleri T₂ ve T₃ konularından % 4.26 ve % 3.89, en yüksek değeri ise T₄ konusundan % 5.55 olarak elde edilmiştir. III. dönemin en düşük değeri % 5.91 ile T₁ konusunda, en yüksek değeri ise % 6.96 ile T₄ konusunda olmuştur. IV. üretim döneminde, suda çözünabilir kuru madde miktarlarının en düşük değerleri aynı istatistiksel gruba giren T₁ ve T₂ konularında % 5.91 ve % 6.23 olurken, en yüksek değerleri de aynı istatistiksel gruba giren T₃ ve T₄ tuz konsantrasyonu uygulamalarından % 7.08 ve % 7.56 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.54. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin suda çözünabilir kuru madde miktarları (%).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin suda çözünabilir kuru madde miktarlarını veren Şekil 4.54 incelendiğinde, üretim dönemlerindeki toplam suda çözünabilir kuru madde miktarları değerlerinin % 3.50 ile % 7.57 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama oranı uygulamasına oranla toplam suda çözünabilir kuru madde miktarları ortalama olarak I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.67, % 10.78, % 0.03 ve % 3.35 daha yüksek bulunmuştur.

4.3.3.6. C Vitamini

Uygulama konularının üretim dönemleri sonunda alınan meyve suyu örneklerinin C vitamini değerleri üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.11 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının C vitamini değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı fark I., II. ve III. üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunurken, IV. üretim dönemi için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

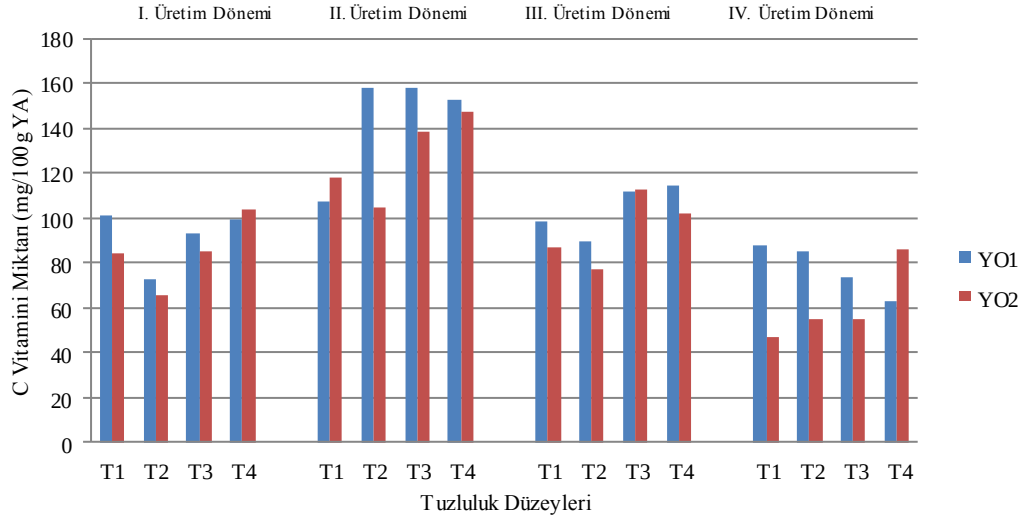
Çizelge 4.11. Üretim dönemlerinde uygulama konularının C vitamini değeri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

Uygulama Konuları		C Vitamini (mg/100 g YA)			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	91.52	144.20	103.73	77.50
	% 35-40 (YO ₂)	84.68	127.36	95.03	60.77
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	78.56 a	112.92 a	92.94 a	67.46
	K+2 dS/m (T ₂)	122.12 b	131.44 ab	83.78 a	69.93
	K+4 dS/m (T ₃)	122.16 b	148.44 b	112.45 b	64.26
	K+6 dS/m (T ₄)	86.92 a	150.12 b	108.35 b	74.86
		*	*	*	

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

I. üretim döneminde en düşük C vitamini değerleri, aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₄ konularından 78.56 ve 86.92 mg/100 g YA (yaş ağırlık), en yüksek değerleri ise T₂ ve T₃ konularından 122.12 ve 122.16 mg/100 g YA olarak elde edilmiştir. II. dönemin en düşük değeri tuz konsantrasyonu uygulamasının en düşük olduğu T₁ konusundan 112.92 mg/100 g YA, en yüksek değerleri ise T₃ ve T₄ konularından 148.44 ve 150.12 mg/100 g YA bulunmuştur. III. üretim döneminde T₁ ve T₂ tuz uygulamalarına ait değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve 92.94 ile 83.78 mg/100 g YA ile düşük olan değerleri, T₃ ve T₄ konularına ait değerler ise 112.45 ve 108.35 mg/100 g YA olarak yüksek değerleri oluşturmuştur. IV. üretim döneminde, C vitamini miktarları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 67.46, 69.93, 64.26 ve 74.86 mg/100 g YA olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.55. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin C vitamini değerleri (mg/100 g).

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin C vitamini değerlerini veren Şekil 4.55 incelendiğinde, üretim dönemlerine ait C vitamini değerlerinin genellikle YO₁ yıkama uygulamasında YO₂ yıkama uygulamasına göre genellikle daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

4.3.3.7. Meyve rengi

Uygulama konularının üretim dönemlerine ait Chroma (C*:Renk doygunluğu) ve Hue (H°:Renk niteliği) değerleri üzerindeki etkisini veren istatistiksel değerlendirmenin yapıldığı Çizelge 4.12 incelendiğinde, tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının Chroma (C*:Renk doygunluğu) ve Hue (H°:Renk niteliği) değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı fark I. üretim döneminde % 95 güvenle önemli bulunurken, II., III. ve IV. üretim dönemleri için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.12. Üretim dönemlerinde uygulama konularının Chroma ve Hue değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin sonuçlar.

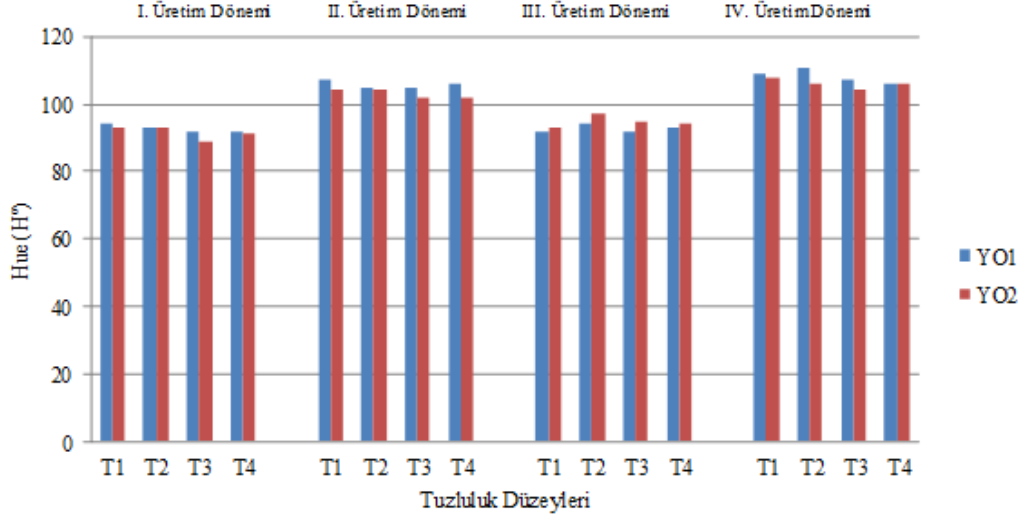
Uygulama Konuları		Chroma (C*:Renk doygunluğu) ve Hue (H°:Renk niteliği) Değerleri			
		I. Üretim Dönemi	II. Üretim Dönemi	III. Üretim Dönemi	IV. Üretim Dönemi
		Chroma ve Hue	Chroma ve Hue	Chroma ve Hue	Chroma ve Hue
Yıkama Oranları	% 15-20 (YO ₁)	36.92 - 93°	50.28 - 106°	37.50 - 93°	56.51 - 108°
	% 35-40 (YO ₂)	36.94 - 92°	48.84 - 103°	39.50 - 95°	54.17 - 106°
	ö.d.				
Tuzluluk Düzeyleri	K (Kontrol) (T ₁)	37.73 - 93° a	48.23 - 105°	39.18 - 92°	55.53 - 108°
	K+2 dS/m (T ₂)	37.63 - 92° ab	50.03 - 104°	38.94 - 95°	55.72 - 108°
	K+4 dS/m (T ₃)	36.13 - 90° c	50.01 - 103°	37.89 - 93°	55.37 - 105°
	K+6 dS/m (T ₄)	36.30 - 91° bc	49.97 - 103°	37.99 - 93°	54.73 - 105°
		*			

*P < 0.05 düzeyinde istatistik olarak önemli.

ö.d.: İstatistik olarak önemli değil.

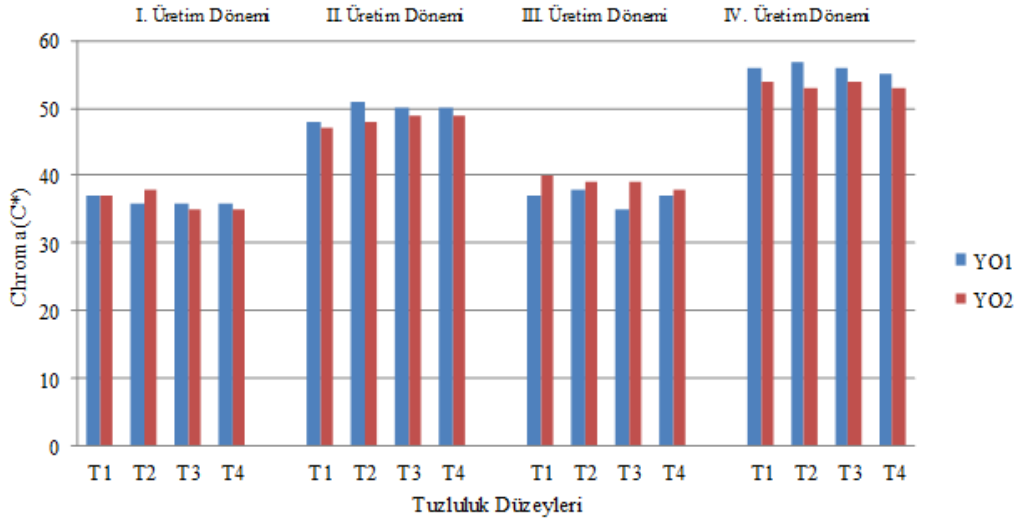
I. üretim döneminde en düşük Hue değeri T₃ konusunda 90°, en yüksek değeri tuz konsantrasyonunun en düşük olan T₁ konusunda 93° olarak elde edilmiştir. II., III. ve IV. üretim dönemlerinde Hue değerleri tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, II. üretim döneminde sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 105°, 104°, 103° ve 103°, III. üretim döneminde 92°, 95°, 93° ve 93°, son üretim döneminde ise 108°, 108°, 105° ve 105° olarak bulunmuştur. I. üretim döneminde en düşük Chroma değeri T₃ konusunda 36.13 olurken, diğer üretim dönemlerinde Chroma değerleri tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiştir.

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Hue değerlerini veren Şekil 4.56a incelendiğinde, üretim dönemlerindeki Hue değerlerinin 89° ile 111° arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla Hue değerleri ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.35, % 2.60 ve % 2.06 daha yüksek, III. üretim döneminde ise % 2.16 daha düşük olarak bulunmuştur.



Şekil 4.56a. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Hue (Renk niteliği) değerleri.

Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Chroma değerlerini veren Şekil 4.56b incelendiğinde, üretim dönemlerindeki Chroma değerlerinin 35.62 ile 57.77 arasında değiştiği belirlenmiştir.

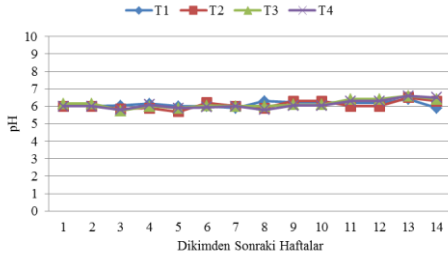


Şekil 4.56b. Üretim dönemlerine göre yıkama konularına ilişkin Chroma (Renk doygunluğu) değerleri.

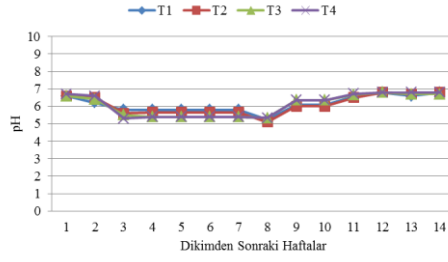
4.4. Besin Çözeltisi, Drenaj Çözeltisi ve Bitkisel Materyalde Yapılan Ölçümler

4.4.1. Besin çözeltisi ve drenaj çözeltisinde pH ve EC düzeylerinin haftalık değişimi

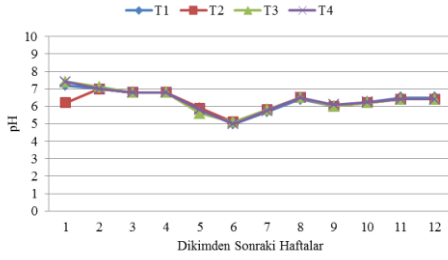
Araştırma süresince dört üretim döneminde de her konuya ait pH ve elektriksel iletkenlik (EC) ölçümleri haftada iki defa yapılmış ve haftalık periyotlar halinde ortalamaları oluşturulmuştur. I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde konulara uygulanan besin çözeltisine ilişkin pH ölçümleri Şekil 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'ta, yıkama uygulamalarına göre konulardan drene olan besin çözeltisine ilişkin pH ölçümleri ise sırasıyla, Şekil 4.61, 4.62, 4.63, 4.64, 4.65, 4.66, 4.67 ve 4.68'de verilmiştir. Şekil 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'a göre her konuya ilişkin besin çözeltisi pH değerlerinin, üretimin yapıldığı haftalar süresince 5.0 – 7.4 arasında tutulduğu görülmektedir. Konulara uygulanan besin çözeltisine ilişkin pH'lar I. üretim dönemi için T₁ konusunda 5.9 – 6.4, T₂ konusunda 5.7 – 6.5, T₃ konusunda 5.7 – 6.6 ve T₄ konusunda 5.8 – 6.6 arasında, II. üretim dönemi için T₁ konusunda 5.2 – 6.8, T₂ konusunda 5.1 – 6.8, T₃ konusunda 5.3 – 6.8 ve T₄ konusunda 5.3 – 6.8 arasında, III. üretim dönemi için T₁ konusunda 5.0 – 7.2, T₂ konusunda 5.1 – 7.0, T₃ konusunda 5.1 – 7.4 ve T₄ konusunda 5.0 – 7.40 arasında olurken, IV. üretim döneminde ise T₁ konusunda 6.5 – 6.6, T₂ konusunda 6.2 – 6.5, T₃ konusunda 6.2 – 6.6 ve T₄ konusunda 6.5 – 6.8 arasında değişen değerler almıştır.



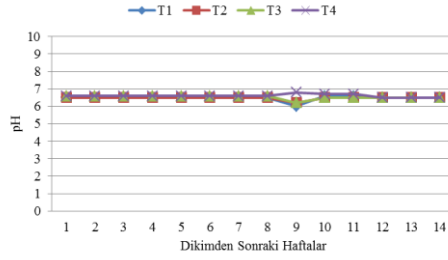
Şekil 4.57. I. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.



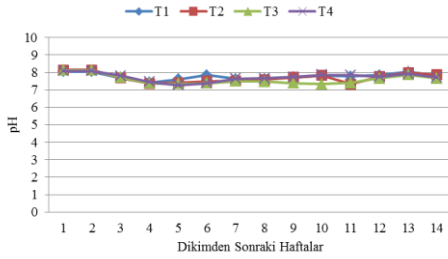
Şekil 4.58. II. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.



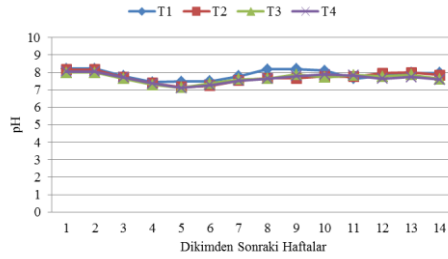
Şekil 4.59. III. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.



Şekil 4.60. IV. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

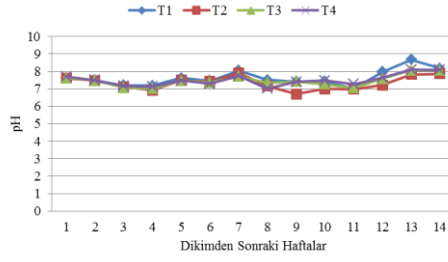


Şekil 4.61. I. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

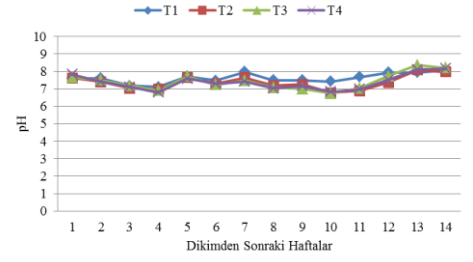


Şekil 4.62. I. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

I. üretim dönemi için uygulama konularından drene olan besin çözeltisine ilişkin pH'lardaki değişimi veren Şekil 4.61 ve 4.62 incelendiğinde YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 7.43 – 8.05, 7.33 – 8.14, 7.33 – 8.12 ve 7.28 – 8.08 arasında değişmiştir. YO₂ uygulamasında ise, bu değişim yine aynı sırayla 7.44 – 8.21, 7.16 – 8.16, 7.12 – 8.00 ve 7.11 – 8.04 olarak gerçekleşmiştir.

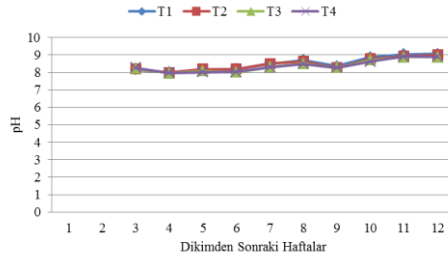


Şekil 4.63. II. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

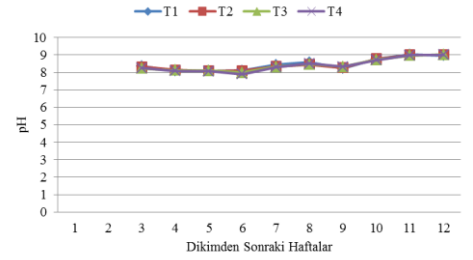


Şekil 4.64. II. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

Şekil 4.63 ve 4.64'te II. üretim dönemi için uygulama konularından drene olan besin çözeltisine ilişkin pH'lardaki değişimler görülmektedir. Buna göre, YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 7.00 – 8.67, 6.70 – 7.87, 7.01 – 8.07 ve 7.02 – 8.11 arasında değişmiştir. YO₂ uygulamasında ise, bu değişim yine aynı sırayla 7.10 – 8.07, 6.88 – 8.09, 6.74 – 8.37 ve 6.80 – 8.16 olmuştur.

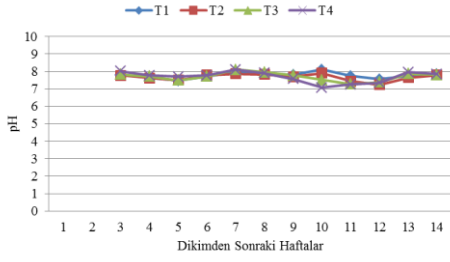


Şekil 4.65. III. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

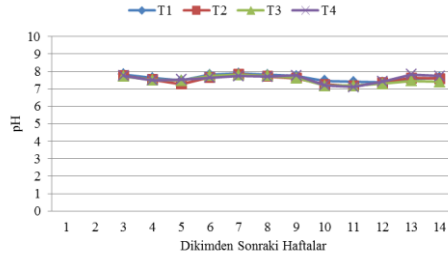


Şekil 4.66. III. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

III. üretim dönemi için uygulama konularından drene olan besin çözeltisine ilişkin pH'lardaki değişim Şekil 4.65 ve 4.66'da verilmiştir. Şekil 4.65'e göre, YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 8.02 – 9.07, 8.00 – 9.00, 7.96 – 8.88 ve 7.98 – 8.92 arasında değişirken, YO₂ uygulamasında ise, bu değişim yine aynı sırayla 8.08 – 9.03, 8.08 – 9.00, 8.00 – 9.03 ve 7.90 – 9.00 olarak bulunmuştur.



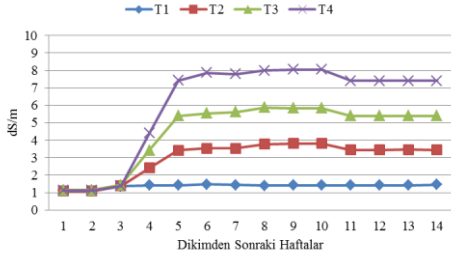
Şekil 4.67. IV. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.



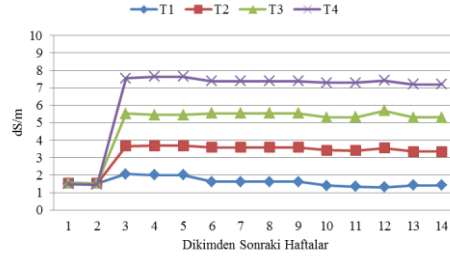
Şekil 4.68. IV. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltisine ilişkin pH düzeylerindeki haftalık değişim.

IV. üretim dönemi için uygulama konularından drene olan besin çözeltisine ilişkin pH'lardaki değişimi veren Şekil 4.67 ve 4.68 incelendiğinde, YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 7.47 – 8.10, 7.24 – 7.91, 7.28 – 8.10 ve 7.08 – 8.10 arasında değişmiştir. YO₂ uygulamasında ise, bu değişim yine aynı sırayla 7.37 – 7.88, 7.17 – 7.84, 7.19 – 7.80 ve 7.11 – 7.83 olarak gerçekleşmiştir.

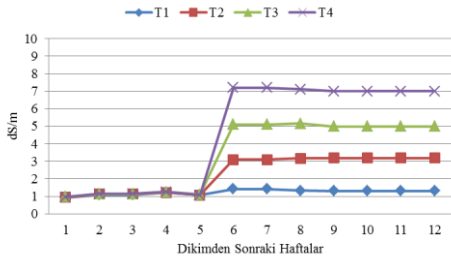
I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde konulara uygulanan besin çözeltisi ve farklı tuzluluk düzeyi konularının elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine ait haftalık değişim sırasıyla Şekil 4.69, 4.70, 4.71 ve 4.72'de verilmiştir.



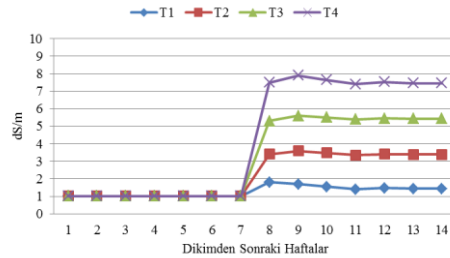
Şekil 4.69. I. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.



Şekil 4.70. II. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.



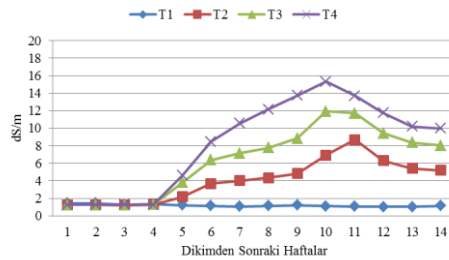
Şekil 4.71. III. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.



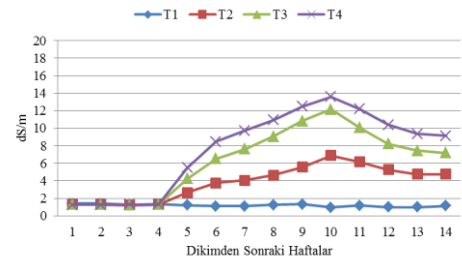
Şekil 4.72. IV. Üretim döneminde besin çözeltisi ve tuzluluk konularına ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

Şekil 4.69, 4.70, 4.71 ve 4.72 incelendiğinde üretim dönemlerindeki konulara uygulanan besin çözeltileri ve tuzluluk düzeyi konularına ait EC değerleri öngörülen düzeylerde tutulmuştur. Konulara ilişkin EC düzeyleri, üretim dönemlerinin başlangıcında bitkilerin ilk haftalardaki gelişiminin sağlıklı olabilmesi için düşük bir seviyede tutulmaya çalışıldığından gelişim dönemlerinin ilerleyen haftalarına oranla daha düşük bulunmuştur. I. üretim döneminde gelişim döneminin 1. ve 3. haftaları arasında konulara uygulanan besin çözeltilisine ilişkin EC düzeyleri 1.08 – 1.43 dS/m, II. üretim döneminin 1. ve 2. haftaları arasında 1.46 – 1.55 dS/m, III. üretim döneminin 1. ve 5. haftaları arasında 0.94 – 1.25 dS/m ve IV. üretim döneminin ise 1. ve 7. haftaları arasında 1.01 – 1.02 dS/m aralığında değişim göstermiştir. Bitkilerin gelişim durumları ve sera içerisindeki koşullar da dikkate alınarak I. dönemde 4., II. dönemde 3., III. dönemde 6. ve IV. dönemde ise 8. haftadan itibaren farklı tuz dozları uygulanmaya başlanmıştır. Buna göre, tuz uygulamasına başlanılan tarihten üretim dönemlerinin sonuna kadar I., II., III. ve IV. üretim dönemleri için konulara uygulanan EC değerleri sırasıyla T₁ konusu için 1.13 – 1.47 dS/m, 1.30 – 2.07 dS/m, 0.94 – 1.41 dS/m ve 1.01 – 1.80 dS/m, T₂ konusu için 1.08 – 3.82 dS/m, 1.52 – 3.68 dS/m, 0.94 – 3.18 dS/m ve 1.01 – 3.60 dS/m, T₃ konusu için 1.14 – 5.87 dS/m, 1.52 – 5.70 dS/m, 0.97 – 5.15 dS/m ve 1.02 – 5.60 dS/m, IV. üretim döneminde ise 1.12 – 8.05 dS/m, 1.46 – 7.64 dS/m, 0.95 – 7.20 dS/m ve 1.01 – 7.90 dS/m olarak belirlenmiştir.

Dört üretim döneminde konulardan drene olan besin çözeltilisine ait EC düzeylerinin haftalık değişimleri YO₁ ve YO₂ uygulamalarında sırasıyla, I., II., III. ve IV. üretim dönemleri için Şekil 4.73, 4.74, 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79 ve 4.80’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde, dört üretim dönemindeki tüm tuz düzeyi konularından alınan drenaj örneklerine ilişkin EC düzeyleri, YO₂ konularında YO₁ konularına oranla daha düşük bulunmuştur. Ayrıca her iki uygulama arasında gelişim dönemlerinin başlangıcında alınan drenaj örneklerine ait EC düzeyleri farklı tuz düzeyleri uygulaması başlayana kadar birbirine yakın değerler almıştır.

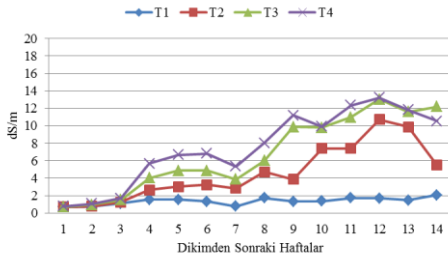


Şekil 4.73. I. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

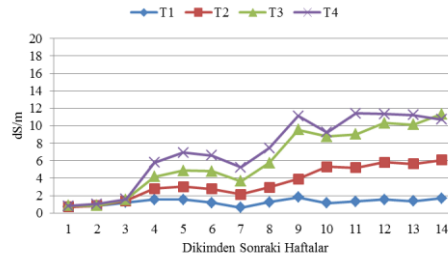


Şekil 4.74. I. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltilisine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

Şekil 4.73 ve 4.74'e göre, I. üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC ölçümlerinin yapılmaya başlandığı ilk haftadan 4. haftaya kadar alınan değerler 1.23 – 1.42 dS/m arasında olmuştur. Drenaj örneklerinin EC'leri gelişim döneminin 5. haftasından dönem sonuna kadar T₁ konusu için 1.03 – 1.22 dS/m, T₂ konusu için 2.17 – 8.69 dS/m, T₃ konusu için 3.79 – 11.92 dS/m ve T₄ konusu için 4.62 – 15.32 dS/m arasında değişmiştir. YO₂ konusunda ise 1. ve 4. haftalar arasında konulardan alınan drenaj örneklerine ilişkin EC düzeyleri 1.23 – 1.39 dS/m arasında, 5. haftadan dönem sonuna kadar farklı tuz dozları uygulandığından T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla, 0.94 – 1.21 dS/m, 2.64 – 6.90 dS/m, 4.23 – 12.15 dS/m ve 5.48 – 13.59 dS/m arasında ölçülmüştür.

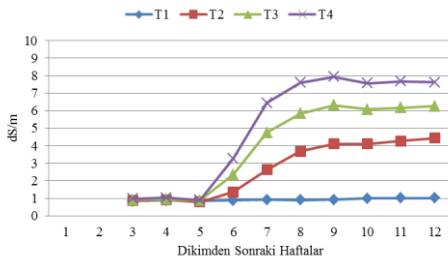


Şekil 4.75. II. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

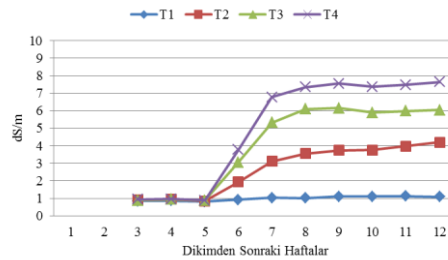


Şekil 4.76. II. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

II. üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC ölçümlerinin yapılmaya başlandığı ilk haftadan 3. haftaya kadar alınan değerler 0.69 – 1.69 dS/m arasında olmuştur. Drenaj örneklerinin EC'leri gelişim döneminin 4. haftasından dönem sonuna kadar T₁ konusu için 0.76 – 2.05 dS/m, T₂ konusu için 2.66 – 10.72 dS/m, T₃ konusu için 4.01 – 13.04 dS/m ve T₄ konusu için 5.34 – 13.23 dS/m arasında değişmiştir. YO₂ konusunda ise 1. ve 3. haftalar arasında konulardan alınan drenaj örneklerine ilişkin EC düzeyleri 0.69 – 1.57 dS/m arasında, 4. haftadan dönem sonuna kadar farklı tuz dozları uygulandığından T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla, 0.62 – 1.81 dS/m, 2.12 – 6.09 dS/m, 4.17 – 11.36 dS/m ve 5.24 – 11.43 dS/m arasında ölçülmüştür.

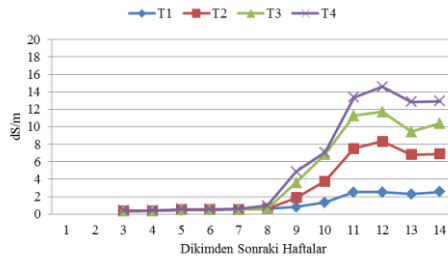


Şekil 4.77. III. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

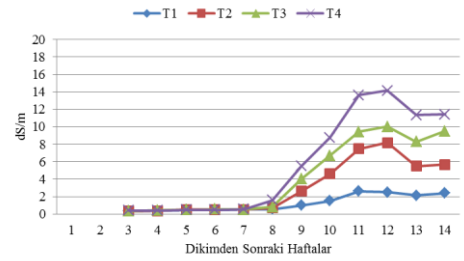


Şekil 4.78. III. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

III. üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC ölçümlerinin yapılmaya başlandığı ilk haftadan 3. haftaya kadar alınan değerler 0.80 – 1.03 dS/m arasında olmuştur. Drenaj örneklerinin EC'leri üretim döneminin 6. haftasından dönem sonuna kadar T₁ konusu için 0.89 – 1.02 dS/m, T₂ konusu için 1.37 – 4.43 dS/m, T₃ konusu için 2.35 – 6.32 dS/m ve T₄ konusu için 3.28 – 7.93 dS/m arasında değişmiştir. YO₂ konusunda ise ölçümlerin alınmaya başlandığı 1. ve 3. haftalar arasında konulardan alınan drenaj örneklerine ilişkin EC düzeyleri 0.81 – 0.95 dS/m arasında, üretim döneminin 6. haftadan dönem sonuna kadar farklı tuz dozları uygulandığından T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla, 0.93 – 1.13 dS/m, 1.94 – 4.20 dS/m, 3.06 – 6.15 dS/m ve 3.77 – 7.64 dS/m arasında ölçülmüştür.



Şekil 4.79. IV. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.



Şekil 4.80. IV. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeylerindeki haftalık değişim.

IV. üretim döneminde YO₁ uygulamasında drenaj çözeltilerine ilişkin EC ölçümlerinin yapılmaya başlandığı ilk haftadan 5. haftaya kadar alınan değerler 0.33 – 0.97 dS/m arasında olmuştur. Drenaj örneklerinin EC'leri gelişim döneminin 9. haftasından dönem sonuna kadar T₁ konusu için 0.81 – 2.55 dS/m, T₂ konusu için 1.88 – 8.32 dS/m, T₃ konusu için 3.60 – 11.61 dS/m ve T₄ konusu için 4.85 – 14.58 dS/m arasında değişmiştir. YO₂ konusunda ise ölçümlerin alınmaya başlandığı ilk beş hafta konulardan alınan drenaj örneklerine ilişkin EC düzeyleri 0.32 – 1.59 dS/m arasında, ondan sonraki haftadan dönem sonuna kadar farklı tuz dozları uygulandığından T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla, 1.00 – 2.63 dS/m, 2.60 – 8.18 dS/m, 4.01 – 10.02 dS/m ve 5.49 – 14.16 dS/m arasında ölçülmüştür.

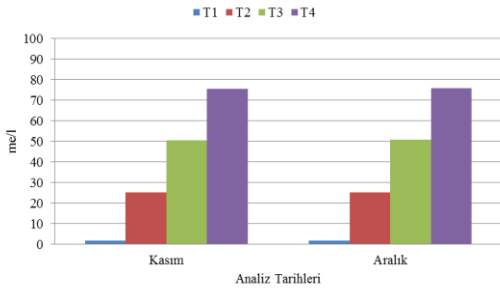
Elde edilen sonuçlara göre, I. üretim döneminde T₁, T₂ ve T₄ konularından alınan drenaj çözeltilerine ilişkin EC düzeyleri YO₂ konusunda, YO₁ konusuna oranla ortalama olarak sırasıyla % 0.09, % 1.12, % 4.00 daha düşük, T₃ konusunda % 1.20 daha yüksek bulunmuştur. II. üretim döneminde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına ilişkin EC düzeyleri, YO₁ konusunda YO₂ konusuna göre sırasıyla % 5.08, % 13.81, % 4.93 ve % 2.88 daha yüksek elde edilmiştir. III. dönemde

elde edilen EC değerleri T_1 , T_2 ve T_3 konularında YO_1 uygulaması için % 7.42, % 3.86 ve % 3.04 daha düşük, T_4 konusunda ise YO_1 için % 0.76 daha yüksek olmuştur. IV üretim döneminde T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularına ilişkin EC düzeyleri, YO_1 konusunda YO_2 konusuna göre sırasıyla % 2.74, % 3.57, % 0.01 ve % 3.78 daha düşük elde edilmiştir.

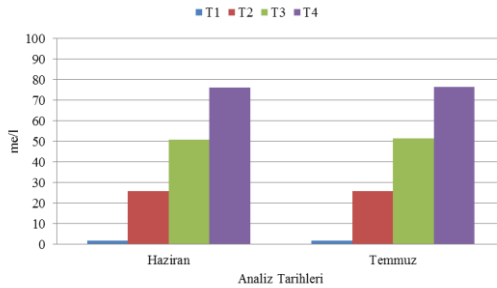
4.4.2. Besin çözeltisi, drenaj çözeltisi ve bitkisel materyalde (yaprakta) Na ve Cl iyonlarına ilişkin analiz sonuçları

4.4.2.1. Besin çözeltisi ve drenaj çözeltisinde Na ve Cl iyonlarına ilişkin analiz sonuçları

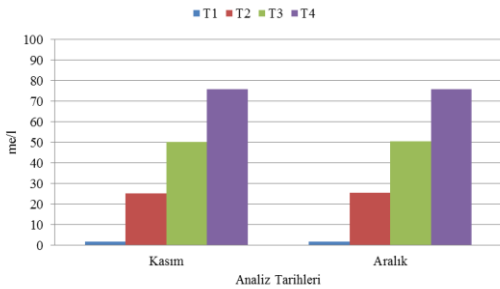
Araştırma kapsamında çalışma konusu olarak belirlenen tüm konulara uygulanan besin çözeltileri ve konulara ilişkin drenaj çözeltilerinde tuzluluk yönünden önemli anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Buna göre, üretim dönemlerinde ayda bir defa olmak üzere analiz günü olarak belirlenen günlerde alınan örneklerde, her üretim döneminde iki defa olmak üzere analiz gerçekleştirilmiştir. I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde tuzluluk uygulamasını takiben konulara uygulanan besin çözeltisinin Na ve Cl miktarlarındaki aylık değişimler sırasıyla Şekil 4.81, 4.82, 4.83, 4.84 ve Şekil 4.85, 4.86, 4.87, 4.88'de verilmiştir.



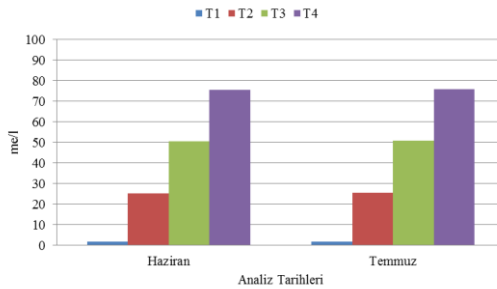
Şekil 4.81. I. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



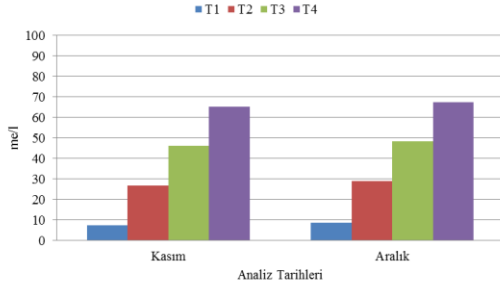
Şekil 4.82. II. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



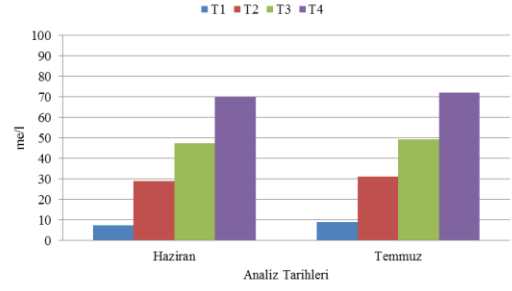
Şekil 4.83. III. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



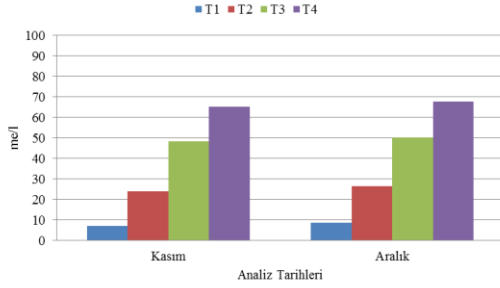
Şekil 4.84. IV. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



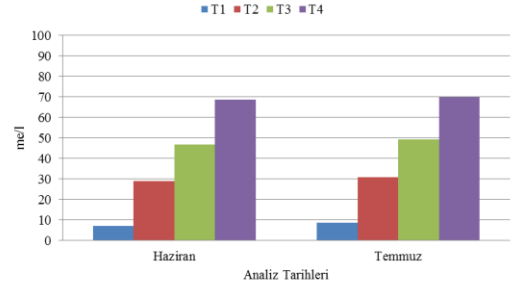
Şekil 4.85. I. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



Şekil 4.86. II. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.



Şekil 4.87. III. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.

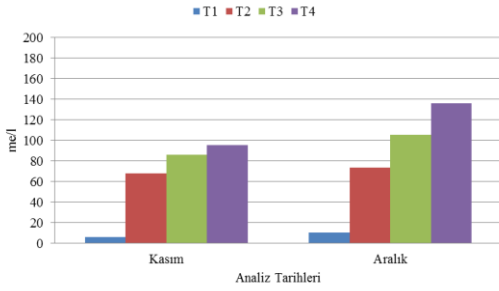


Şekil 4.88. IV. Üretim döneminde konulara uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonunun aylık analizlerdeki değişimi.

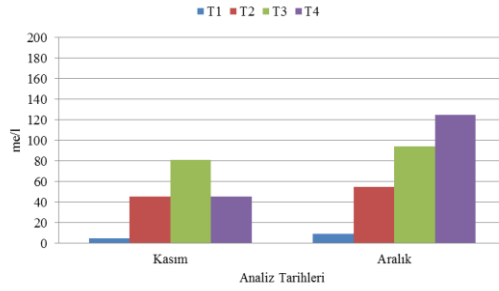
Tüm üretim dönemlerinde uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na ve Cl iyonlarının aylık değişimini veren şekiller incelendiğinde, I. üretim döneminde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına uygulanan besin çözeltisindeki Na iyonunun ortalama olarak sırasıyla 1.69, 25.26, 50.59 ve 75.76 me/l, Cl iyonunun ortalama olarak yine sırasıyla 8.13, 27.94, 47.35 ve 66.20 me/l olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre T₁ ve T₂ konularında besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonu Na iyonuna oranla sırasıyla % 79.20 ve % 9.59, T₃ ve T₄ konularında ise Na iyonu Cl iyonuna göre sırasıyla % 6.40 ve % 12.62 daha yüksek bulunmuştur. II. üretim döneminde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına uygulanan besin çözeltisinin içeriğindeki Na iyonunun ortalama olarak sırasıyla 1.67, 25.86, 51.18 ve 76.33 me/l, Cl iyonunun ortalama olarak 8.19, 30.06, 48.37 ve 71.00 me/l olduğu bulunmuştur. Sonuçlara göre T₁ ve T₂ konularında besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonu Na iyonuna oranla sırasıyla % 79.61 ve % 13.97, T₃ ve T₄ konularında ise Na iyonu Cl iyonuna göre sırasıyla % 5.49 ve % 6.98 daha yüksek bulunmuştur. III. ve IV. üretim dönemlerinde ise uygulanan besin çözeltisinin Na iyonu ortalama değerleri T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla 1.78, 25.29, 50.42, 75.86 me/l ve 1.68, 25.31, 50.61 ve 75.79 me/l olmuş, Cl iyonu ortalamaları da sırasıyla 7.91, 25.24, 49.26, 66.48 me/l ve 7.99, 29.86, 48.06, 69.30 me/l olarak elde edilmiştir. III. üretim döneminde sadece T₁ konusundaki besin çözeltisi içeriğindeki Cl iyonu Na iyonuna oranla % 77.50, T₂, T₃ ve T₄ konularında ise Na iyonu Cl iyonuna göre sırasıyla % 0.20, % 2.30 ve % 12.36 daha yüksek olmuştur. IV. dönemde ise T₁ ve

T₂ konusunda Cl iyonu Na iyonuna oranla % 78.97 ve % 15.24, T₃ ve T₄ konularındaysa Na iyonu Cl iyonuna göre sırasıyla % 5.04 ve % 8.56 daha yüksek bulunmuştur.

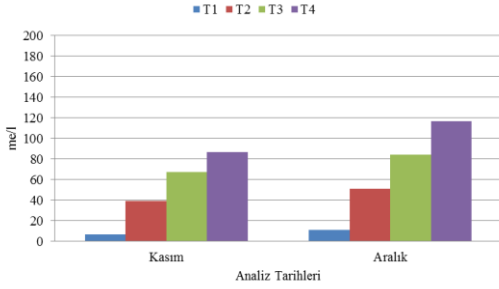
Dört üretim döneminde YO₁ ve YO₂ konularına ait drenaj çözeltileri içeriğindeki Na ve Cl iyonlarının aylık değişimi Şekil 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93, 4.94, 4.95, 4.96, 4.97, 4.98, 4.99, 4.100, 4.101, 4.102, 4.103 ve 4.104'te verilmiştir.



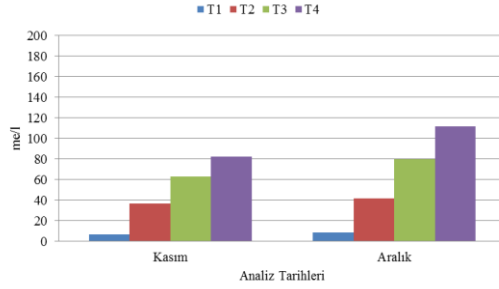
Şekil 4.89. I. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.90. I. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.

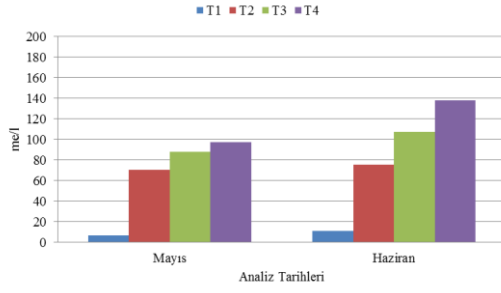


Şekil 4.91. I. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

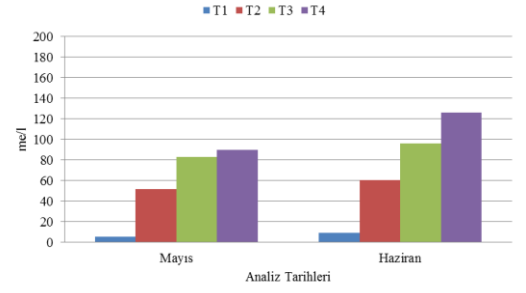


Şekil 4.92. I. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

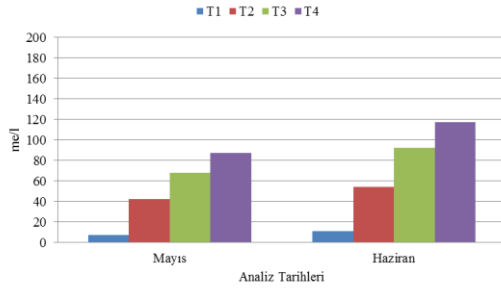
I. üretim döneminde drenaj suyunda yapılan analiz sonuçlarına ait ortalama Na ve Cl değerlerini veren Şekil 4.89, 4.90, 4.91 ve 4.92'ye göre, T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına ait Na iyonu YO₁ uygulamasında sırasıyla 8.17, 70.83, 95.68 ve 115.77 me/l, YO₂ uygulamasında ise 7.08, 50.06, 87.60 ve 85.33 me/l olmuştur. Drenaj suyu örneklerinde Cl iyonuna ilişkin ortalama değerler YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında 8.9, 45.22, 75.80 ve 101.65 me/l, YO₂ uygulaması için ise 7.39, 39.12, 71.60 ve 97.02 me/l olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre drenaj örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 13.34, % 29.32, % 8.44 ve % 26.32 daha düşük bulunmuştur. Cl iyonuna ilişkin değerler ise YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 16.97, % 13.49, % 5.54 ve % 4.56 daha az olmuştur.



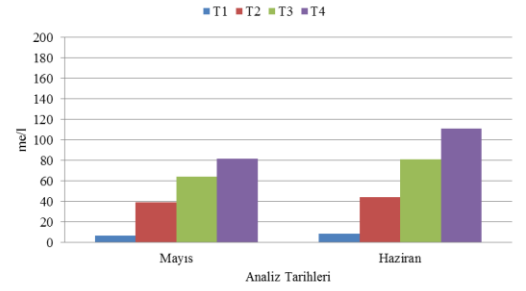
Şekil 4.93. II. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.94. II. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.

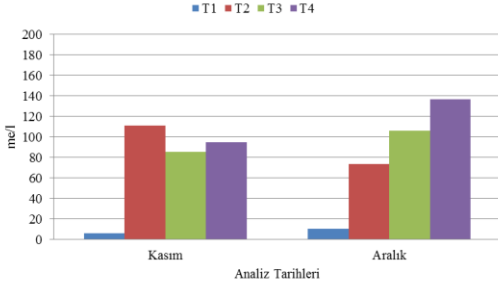


Şekil 4.95. II. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

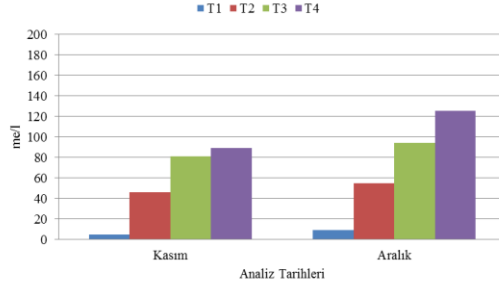


Şekil 4.96. II. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

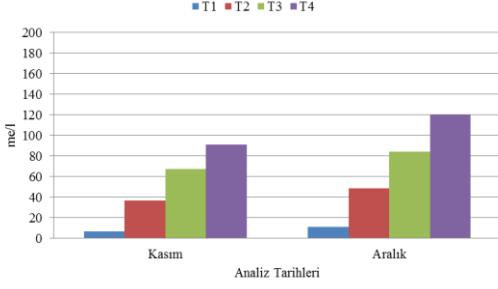
II. üretim döneminde drenaj suyunda yapılan analiz sonuçlarına ait ortalama Na ve Cl değerlerini veren Şekil 4.93, 4.94, 4.95 ve 4.96'ya göre, T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına ait Na iyonu YO₁ uygulamasında sırasıyla 8.69, 73.07, 97.76 ve 117.56 me/l, YO₂ uygulamasında ise 7.40, 56.11, 89.50 ve 107.73 me/l olmuştur. Drenaj suyu örneklerinde Cl iyonuna ilişkin ortalama değerler YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında 9.13, 48.15, 80.20 ve 102.51 me/l, YO₂ uygulaması için ise 7.62, 41.88, 72.70 ve 96.58 me/l olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre drenaj örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 14.84, % 23.21, % 8.45 ve % 8.36 daha düşük bulunmuştur. Cl iyonuna ilişkin değerler ise YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 16.54, % 13.02, % 9.35 ve % 5.78 daha az olmuştur.



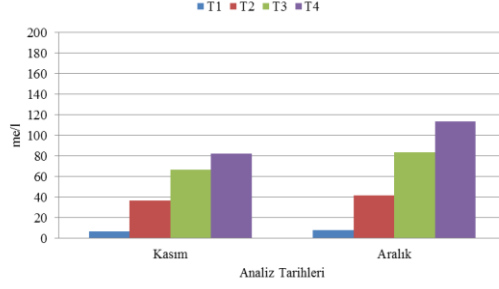
Şekil 4.97. III. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.98. III. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.

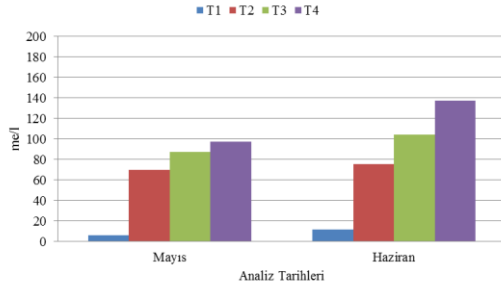


Şekil 4.99. III. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

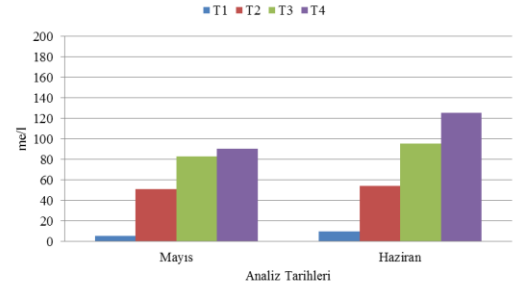


Şekil 4.100. III. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

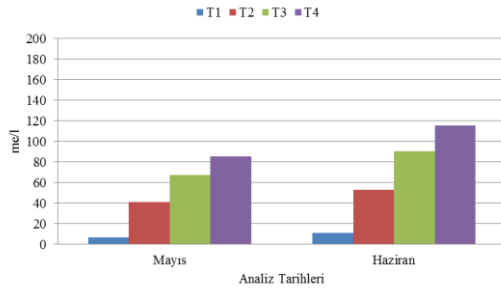
III. üretim döneminde drenaj suyunda yapılan analiz sonuçlarına ait ortalama Na ve Cl değerlerini veren Şekil 4.97, 4.98, 4.99 ve 4.100'e göre, T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına ait Na iyonu YO₁ uygulamasında sırasıyla 8.28, 92.31, 95.77 ve 115.91 me/l, YO₂ uygulamasında ise 7.11, 50.54, 87.75 ve 107.33 me/l olmuştur. Drenaj suyu örneklerinde Cl iyonuna ilişkin ortalama değerler YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında 8.93, 42.52, 75.99 ve 105.74 me/l, YO₂ uygulaması için ise 7.32, 39.38, 75.18 ve 98.05 me/l elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre drenaj örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 14.13, % 45.25, % 8.37 ve % 7.40 daha düşük bulunmuştur. Cl iyonuna ilişkin değerler ise YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 18.03, % 7.38, % 1.07 ve % 7.27 daha az olmuştur.



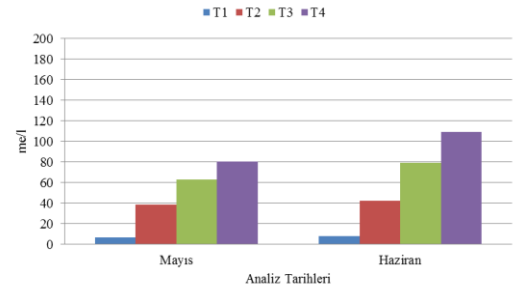
Şekil 4.101. IV. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişimi.



Şekil 4.102. IV. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişimi.



Şekil 4.103. IV. Üretim döneminde YO₁ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişimi.

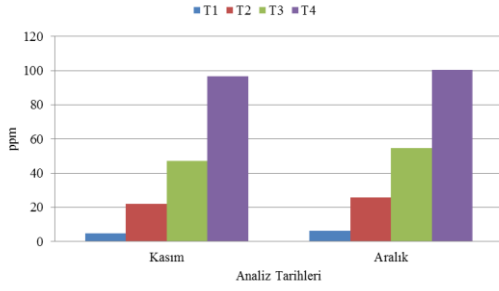


Şekil 4.104. IV. Üretim döneminde YO₂ konularında drenaj çözeltilerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişimi.

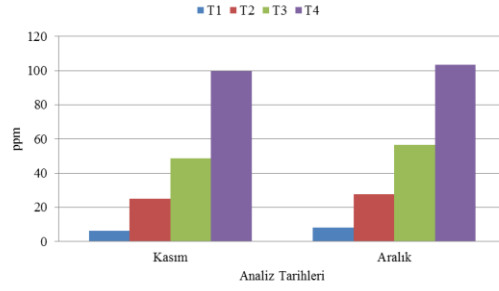
IV. üretim döneminde drenaj suyunda yapılan analiz sonuçlarına ait ortalama Na ve Cl değerlerini veren Şekil 4.101, 4.102, 4.103 ve 4.104'e göre, T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularına ait Na iyonu YO₁ uygulamasında sırasıyla 8.90, 72.78, 95.97 ve 117.61 me/l, YO₂ uygulamasında ise 7.54, 52.58, 88.96 ve 107.80 me/l olmuştur. Drenaj suyu örneklerinde Cl iyonuna ilişkin ortalama değerler YO₁ uygulaması için T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında 8.84, 47.21, 78.74 ve 100.43 me/l, YO₂ uygulaması için ise 7.23, 40.42, 71.11 ve 94.91 me/l bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre drenaj örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 15.28, % 27.75, % 7.30 ve % 8.34 daha düşük bulunmuştur. Cl iyonuna ilişkin değerler ise YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 18.21, % 14.38, % 9.69 ve % 5.50 daha az olmuştur.

4.4.2.2. Bitkisel materyalde (yaprakta) Na ve Cl iyonlarına ilişkin analiz sonuçları

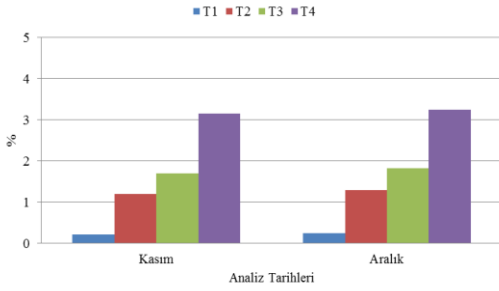
Bitkisel materyale ilişkin olarak bitki yapraklarında I., II., III. ve IV. üretim dönemleri için Na (ppm) ve Cl (%) içerikleri belirlenmiştir. Yıkama uygulamalarına ilişkin olarak yapraklardaki Na ve Cl içeriklerindeki değişim, tüm üretim dönemleri için Şekil 4.105, 4.106, 4.107, 4.108, 4.109, 4.110, 4.111, 4.112, 4.113, 4.114, 4.115, 4.116, 4.117, 4.118, 4.119 ve 4.120'de verilmiştir.



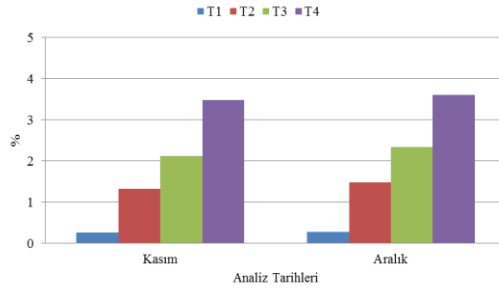
Şekil 4.105. I. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.106. I. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.107. I. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

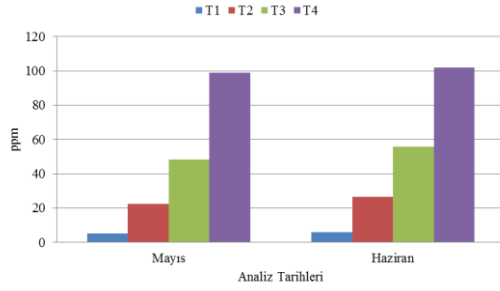


Şekil 4.108. I. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

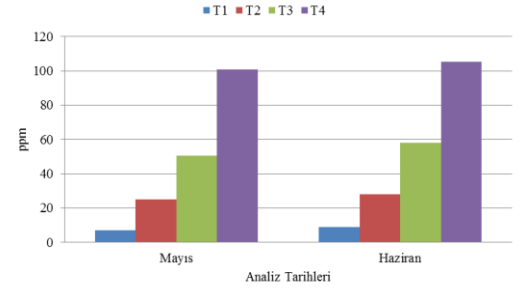
I. üretim dönemine ilişkin yapraktaki Na ve Cl iyonları değişimlerini veren Şekil 4.105, 4.106, 4.107 ve 4.108 incelendiğinde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında tuzluluk düzeyinin artışıyla yapraklardaki Na ve Cl içeriğinde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 4.88 ve 6.17 ppm, T₂ uygulamasında 21.88 ve 25.70 ppm, T₃ uygulamasında 47.23 ve 54.47 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 96.63 ve 100.53 ppm bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analiz sonuçları T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 6.12 ve 8.10 ppm, T₂ uygulamasında 24.84 ve 27.47 ppm, T₃ uygulamasında 48.65 ve 56.45 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 99.57 ve 103.50 ppm olmuştur. Yaprak örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 22.22, % 9.06, % 3.24 ve % 2.92 yüksek bulunmuştur.

Aynı üretim dönemine ait yaprak örneklerinin Cl (%) miktarları YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için % 0.21 ve % 0.25, T₂ uygulamasında % 1.20 ve % 1.30, T₃ uygulamasında % 1.70 ve % 1.83 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.15 ve % 3.25 bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analizde T₁ konusu için belirlenen Cl % 0.26 ve % 0.27, T₂ uygulamasında % 1.32 ve % 1.48, T₃ uygulamasında % 2.12 ve % 2.34 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.48 ve % 3.61 olarak belirlenmiştir. Buna göre, yaprak örneklerindeki Cl miktarları T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına

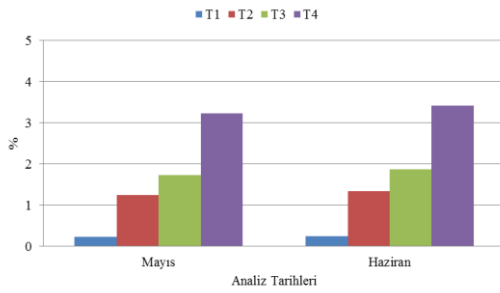
oranla sırasıyla % 14.81, % 10.71, % 20.63 ve % 9.86 yüksek bulunmuştur.



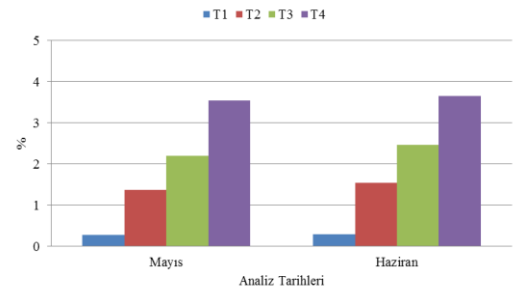
Şekil 4.109. II. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.110. II. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.111. II. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

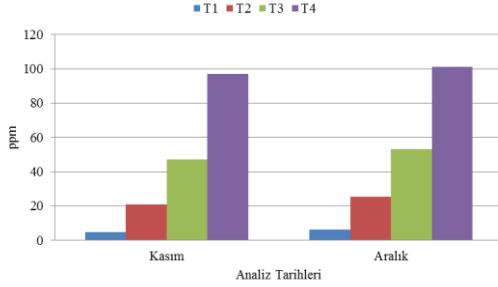


Şekil 4.112. II. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

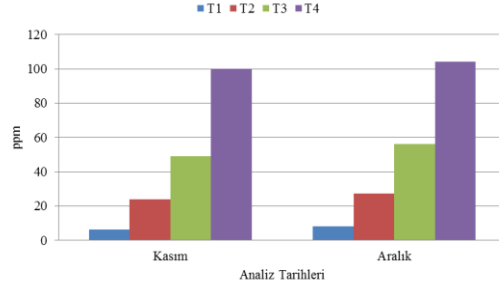
II. üretim dönemine ilişkin yapraktaki Na ve Cl iyonları değişimlerini veren Şekil 4.109, 4.110, 4.111 ve 4.112 incelendiğinde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında tuzluluk düzeyinin artışıyla yapraklardaki Na ve Cl içeriğinde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 5.32 ve 6.04 ppm, T₂ uygulamasında 22.43 ve 26.37 ppm, T₃ uygulamasında 48.16 ve 55.95 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 98.79 ve 102.07 ppm bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analiz sonuçları T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 6.93 ve 8.77 ppm, T₂ uygulamasında 25.13 ve 27.87 ppm, T₃ uygulamasında 50.47 ve 58.20 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 100.93 ve 105.37 ppm olmuştur. Yaprak örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 27.64, % 7.92, % 4.20 ve % 2.64 yüksek bulunmuştur.

Aynı üretim dönemine ait yaprak örneklerinin Cl (%) miktarları YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için % 0.23 ve % 0.25, T₂ uygulamasında % 1.24 ve % 1.34, T₃ uygulamasında % 1.73 ve % 1.87 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.23 ve % 3.42 bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analizde T₁ konusu için belirlenen Cl % 0.27 ve % 0.29, T₂ uygulamasında % 1.37 ve % 1.55, T₃ uygulamasında % 2.20 ve % 2.47 olurken T₄ uygulamasında

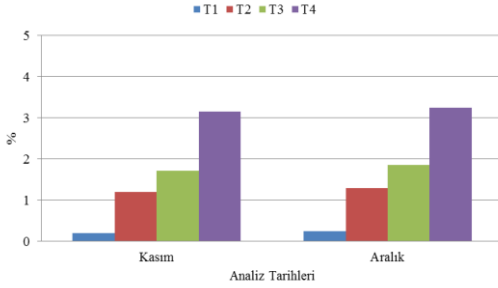
ise % 3.55 ve % 3.65 olarak belirlenmiştir. Buna göre, yaprak örneklerindeki Cl miktarları T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla sırasıyla % 17.86, % 11.64, % 23.08 ve % 7.5 yüksek bulunmuştur.



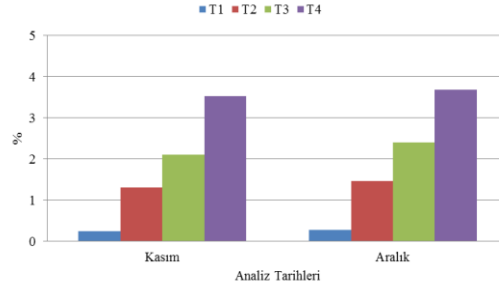
Şekil 4.113. III. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.114. III. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.115. III. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

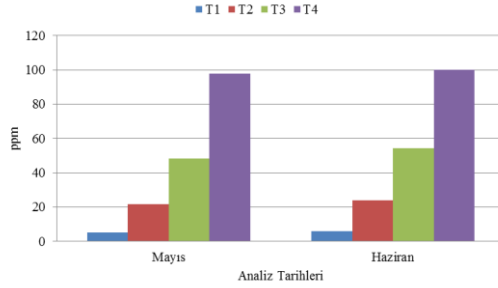


Şekil 4.116. III. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

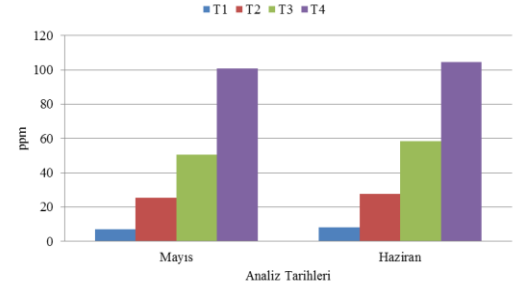
III. üretim dönemine ilişkin yapraktaki Na ve Cl iyonları değişimlerini veren Şekil 4.113, 4.114, 4.115 ve 4.116 incelendiğinde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında tuzluluk düzeyinin artışıyla yapraklardaki Na ve Cl içeriğinde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 4.92 ve 6.08 ppm, T₂ uygulamasında 20.77 ve 25.50 ppm, T₃ uygulamasında 47.17 ve 53.30 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 97.00 ve 101.10 ppm bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analiz sonuçları T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 6.13 ve 8.10 ppm, T₂ uygulamasında 24.00 ve 27.10 ppm, T₃ uygulamasında 49.13 ve 56.30 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 100.03 ve 103.97 ppm olmuştur. Yaprak örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 22.75, % 9.43, % 4.70 ve % 2.89 yüksek bulunmuştur.

Döneme ait yaprak örneklerinin Cl (%) miktarları YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için % 0.20 ve % 0.25, T₂ uygulamasında % 1.20 ve % 1.30, T₃ uygulamasında % 1.71 ve % 1.85 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.15 ve % 3.25 bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analizde T₁ konusu için belirlenen Cl % 0.25 ve % 0.27, T₂ uygulamasında % 1.31 ve % 1.47,

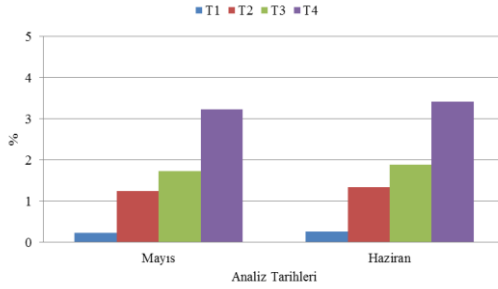
T₃ uygulamasında % 2.10 ve % 2.40 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.53 ve % 3.68 olarak belirlenmiştir. Buna göre, yaprak örneklerindeki Cl miktarları T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla sırasıyla % 11.53, % 10.07, % 20.89 ve % 11.36 yüksek bulunmuştur.



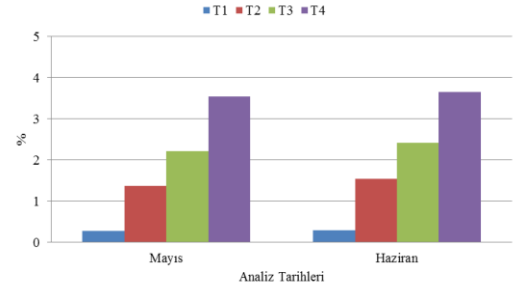
Şekil 4.117. IV. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.118. IV. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Na miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.119. IV. Üretim döneminde YO₁ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.



Şekil 4.120. IV. Üretim döneminde YO₂ konularında yaprak örneklerine ilişkin Cl miktarındaki aylık değişim.

IV. üretim dönemine ait yapraktaki Na ve Cl iyonları değişimlerini veren Şekil 4.117, 4.118, 4.119 ve 4.120 incelendiğinde T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında tuzluluk düzeyinin artışıyla yapraklardaki Na ve Cl içeriğinde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 5.26 ve 6.05 ppm, T₂ uygulamasında 21.60 ve 23.97 ppm, T₃ uygulamasında 48.27 ve 54.13 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 97.73 ve 100.13 ppm bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analiz sonuçları T₁ konusu için belirlenen Na (ppm) 6.89 ve 8.01 ppm, T₂ uygulamasında 25.47 ve 27.57 ppm, T₃ uygulamasında 50.70 ve 58.40 ppm olurken T₄ uygulamasında ise 100.70 ve 104.40 ppm olmuştur. Yaprak örneklerine ilişkin Na miktarı YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla T₁, T₂, T₃ ve T₄ konularında sırasıyla % 24.03, % 14.06, % 6.14 ve % 3.53 yüksek bulunmuştur.

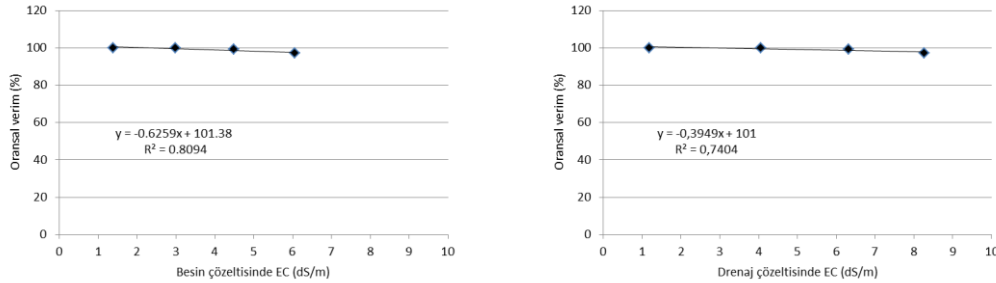
Aynı üretim dönemine ait yaprak örneklerinin Cl (%) miktarları YO₁ uygulamasında 1. ve 2. analiz sonuçlarına göre T₁ konusu için % 0.23 ve % 0.26, T₂ uygulamasında % 1.25 ve % 1.34, T₃ uygulamasında % 1.73 ve % 1.89 olurken

T₄ uygulamasında ise % 3.23 ve % 3.42 bulunmuştur. YO₂ uygulamasında ise 1. ve 2. analizde T₁ konusu için belirlenen Cl % 0.27 ve % 0.29, T₂ uygulamasında % 1.37 ve % 1.54, T₃ uygulamasında % 2.22 ve % 2.42 olurken T₄ uygulamasında ise % 3.55 ve % 3.65 olarak belirlenmiştir. Buna göre, yaprak örneklerindeki Cl miktarları T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için YO₂ uygulamasında, YO₁ uygulamasına oranla sırasıyla % 10.71, % 10.96, % 21.98 ve % 7.5 yüksek bulunmuştur.

4.5. Tuz-Verim Arasındaki İlişkiler

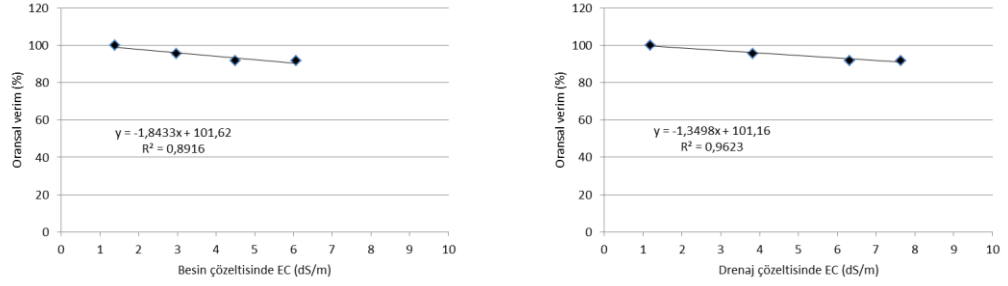
4.5.1. I. Üretim döneminde EC-verim arasındaki ilişkiler

Şekil 4.121 ile 4.122’de YO₁ ve YO₂ yıkama uygulamalarında tuz-verim ilişkisini gösteren lineer doğrunun eğimi verilmiştir. Tuzluluk düzeylerinde meydana gelen artışın oluşturduğu verim azalmasının tahmin edilebilmesi amacıyla elde edilen doğrusal denkleme göre, konulara uygulanan besin çözeltisi EC değerlerindeki 1 dS/m’lik artış verimde ortalama % 12.21 azalmaya neden olurken, drenaj çözeltisinde EC’deki 1 dS/m’lik artış ise verimde ortalama % 8.05 azalmaya neden olmuştur.



Şekil 4.121. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC’lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.

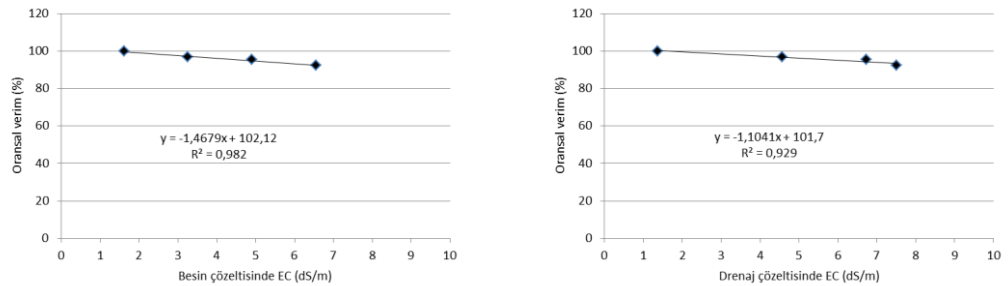
YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC’lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 2.98 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 8.12 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 4.05 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 5.74 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.



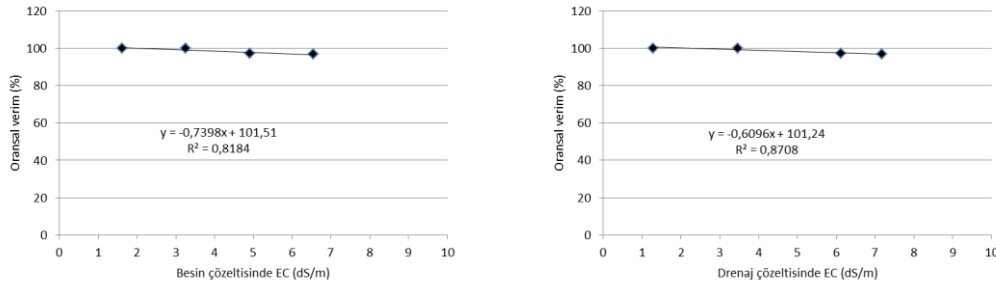
YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.38 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 16.31 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 1.19 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 10.37 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

4.5.2. II. Üretim döneminde EC-verim arasındaki ilişkiler

YO₁ ve YO₂ yıkama uygulamalarında konulara uygulanan besin çözeltisi ve alınan drenaj çözeltisinin EC değerlerindeki artışa karşılık olarak verimde meydana gelen kayıplar Şekil 4.123 ve 4.124'te görüldüğü gibidir. Verim azalmasının tuzluluk düzeyi artışına karşılık ne kadar olduğunun tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğrusal denkleme göre, konulara ait verim azalmalarının besin çözeltisi tuzluluğundaki birim artış için ortalama % 10.29, drenaj çözeltisi elektriksel iletkenlik değerindeki birim artışa karşılık ise ortalama % 6.92 olduğu belirlenmiştir.



YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.61 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 10.27 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 1.37 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 6.49 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

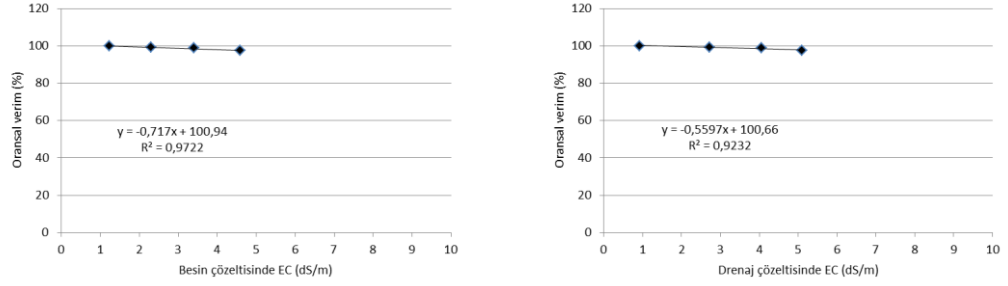


Şekil 4.124. YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.

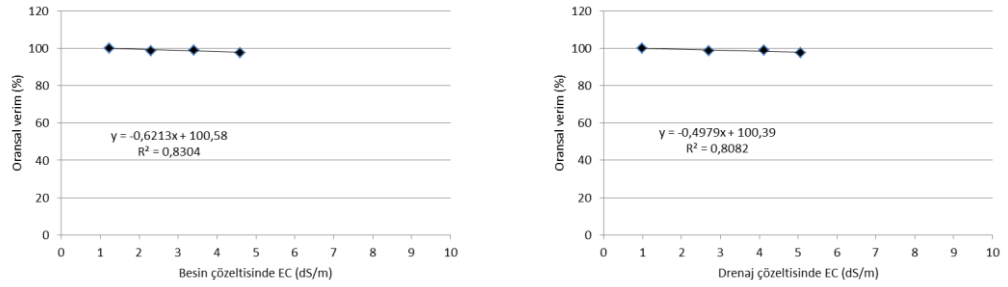
YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 3.25 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 10.32 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 3.46 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 7.35 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

4.5.3. III. Üretim döneminde EC-verim arasındaki ilişkiler

Şekil 4.125 ile 4.126'da YO₁ ve YO₂ yıkama uygulamalarında tuz-verim ilişkisini gösteren lineer doğrunun eğimi verilmiştir. Tuzluluk düzeylerinde meydana gelen artışın oluşturduğu verim azalmasının tahmin edilebilmesi amacıyla elde edilen doğrusal denkleme göre, konulara uygulanan besin çözeltisi EC değerlerindeki 1 dS/m'lik artış verimde ortalama % 9.05 azalmaya neden olurken, drenaj çözeltisinde EC'deki 1 dS/m'lik artış ise verimde ortalama % 6.32 azalmaya neden olmuştur.



YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.23 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 8.59 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 0.92 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 6.02 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

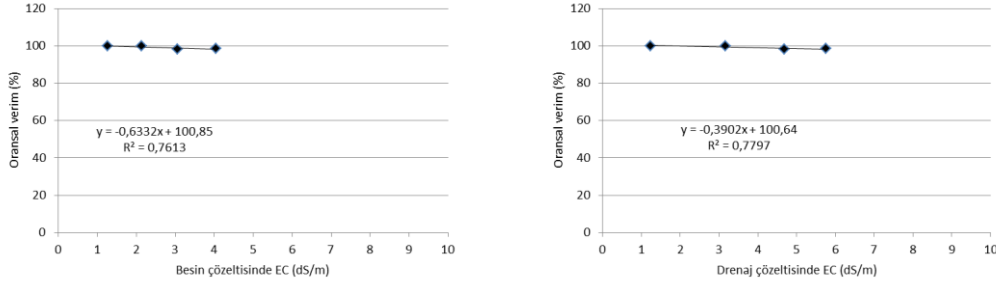


YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.23 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 9.51 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 0.99 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 6.63 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

4.5.4. IV. Üretim döneminde EC-verim arasındaki ilişkiler

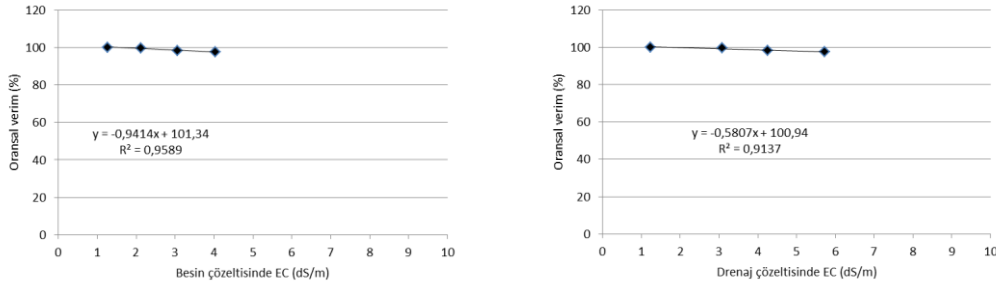
YO₁ ve YO₂ yıkama uygulamalarında konulara uygulanan besin çözeltisi ve alınan drenaj çözeltisinin EC değerlerindeki artışa karşılık olarak verimde meydana gelen kayıplar Şekil 4.127 ve 4.128'de görüldüğü gibidir. Verim azalmasının tuzluluk düzeyi artışına karşılık ne kadar olduğunun tahmin

edilebilmesi için geliştirilen doğrusal denkleme göre, konulara ait verim azalmalarının besin çözeltisi tuzluluğundaki birim artış için ortalama % 7.72, drenaj çözeltisi elektriksel iletkenlik değerindeki birim artışa karşılık ise ortalama % 4.37 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.127. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.

YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.26 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 7.33 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 1.23 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 4.00 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.



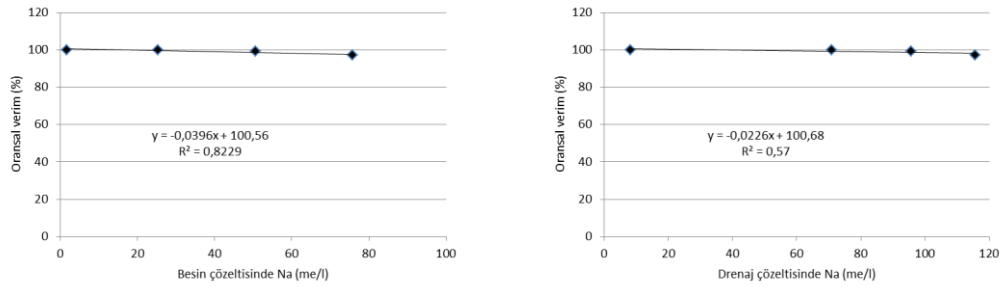
Şekil 4.128. YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşı oransal verim azalışı.

YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin EC'lerindeki artışa karşılık verimde meydana gelen oransal azalmalar incelendiğinde, yıkama konularına uygulanan besin çözeltisine göre verimin azalmaya başladığı tuz eşik değeri 1.26 dS/m olurken besin çözeltisinin her bir birim tuz artışına karşılık verimde ortalama % 8.10 azalma olmuştur. Drenaj çözeltisinin 1.24 dS/m üzerindeki EC düzeylerinde verim azalmaya başlamış ve her bir birim tuz artışı ile ortalama olarak % 4.73 oranında verimde kayıp olduğu belirlenmiştir.

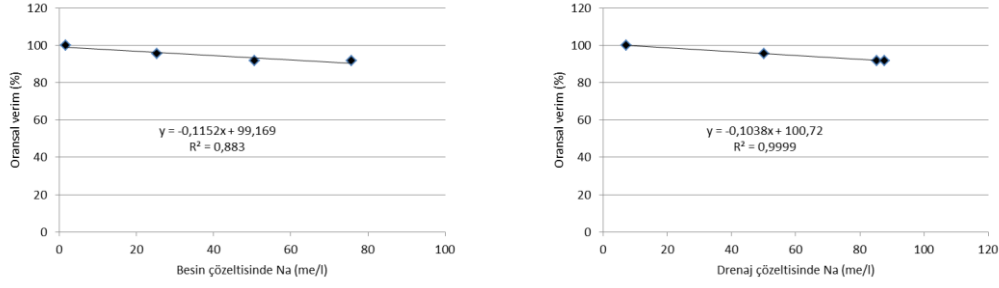
4.5.5. Drenaj çözeltisindeki Na ve Cl iyonları içeriği ile verim arasındaki ilişkiler

Drenaj çözeltisindeki Na ve Cl iyonları konsantrasyonlarının artışına karşın, verimde meydana gelen kayıpların tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğrusal denklemler, I. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamaları için Şekil 4.129 ve 4.130 ile Şekil 4.131 ve 4.132’de, II. üretim döneminde Şekil 4.133 ve 4.134 ile Şekil 4.135 ve 4.136’da, III. dönemde Şekil 4.137 ve 4.138 ile Şekil 4.139 ve 4.140, IV. dönemde ise yine sırasıyla Şekil 4.141 ve 4.142 ile Şekil 4.143 ve 4.144’te verilmiştir.

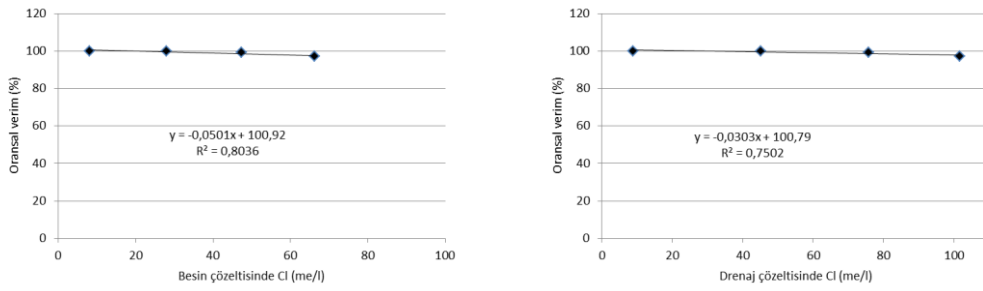
I. üretim dönemine ilişkin bitkilere uygulanan besin ve drenaj çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) ve Cl (me/l) konsantrasyonlarındaki lineer doğruların eğimleri Şekil 4.129, 4.130, 4.131 ve 4.132’de verilmiştir. Bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l’lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 7.77, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l’lik artışta ise verim ortalama % 6.19 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l’lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 9.76, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l’lik artışa karşılık ise ortalama % 6.22 verim azalması meydana gelmiştir.



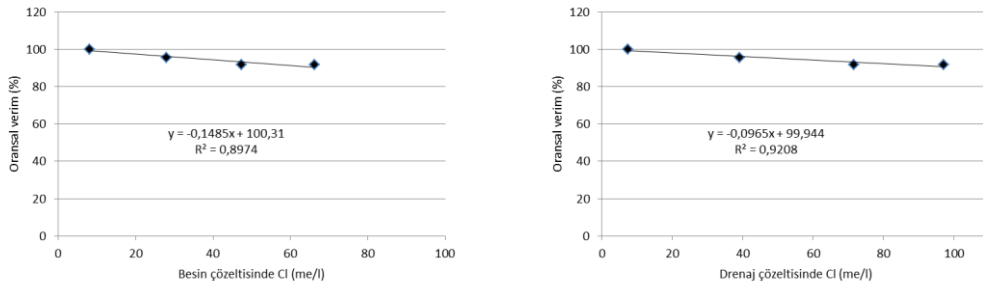
Şekil 4.129. I. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.130. I. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.131. I. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

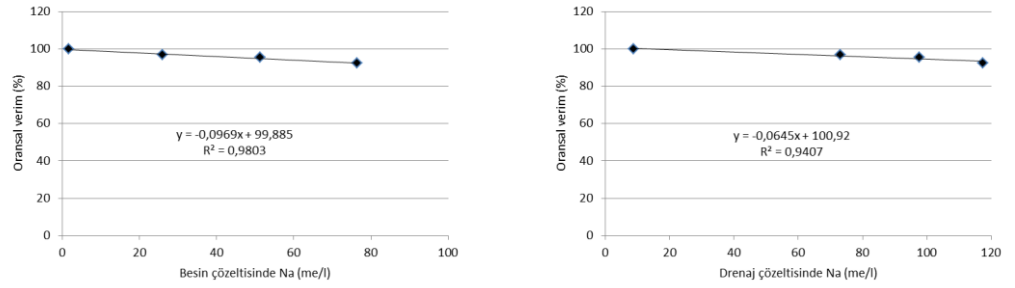


Şekil 4.132. I. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

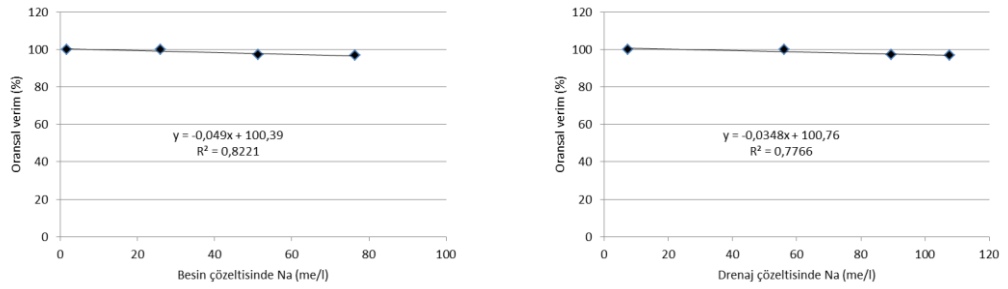
Şekil 4.129 ve 4.130'a göre, YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 4.91 ve % 5.33'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 10.63 ve % 7.06 azalmaya neden olmuştur. Besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl (me/l) konsantrasyonuna göre verim azalmasının tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğru eğiminin verildiği Şekil 4.131 ve 4.132 incelendiğinde, YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 6.45, drenaj çözeltisinde ise % 4.27 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına

karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 13.08 ve % 8.18 olmuştur.

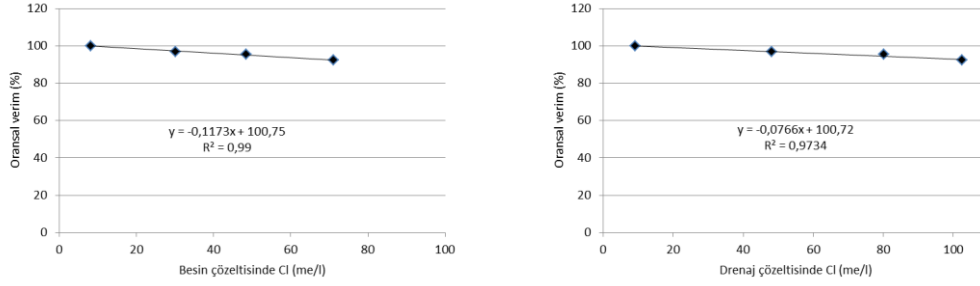
II. üretim dönemine ilişkin bitkilere uygulanan besin ve drenaj çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) ve Cl (me/l) konsantrasyonlarındaki lineer doğruların eğimleri Şekil 4.133, 4.134, 4.135 ve 4.136'da verilmiştir. Bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 6.80, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 4.60 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 8.49, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 5.28 verim azalması meydana gelmiştir.



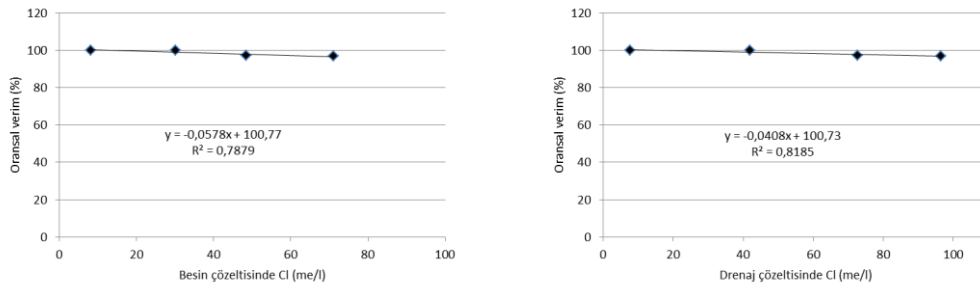
Şekil 4.133. II. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.134. II. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.135. II. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

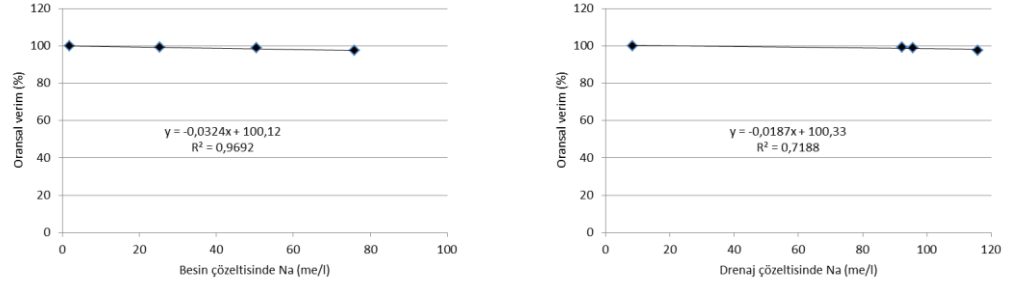


Şekil 4.136. II. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

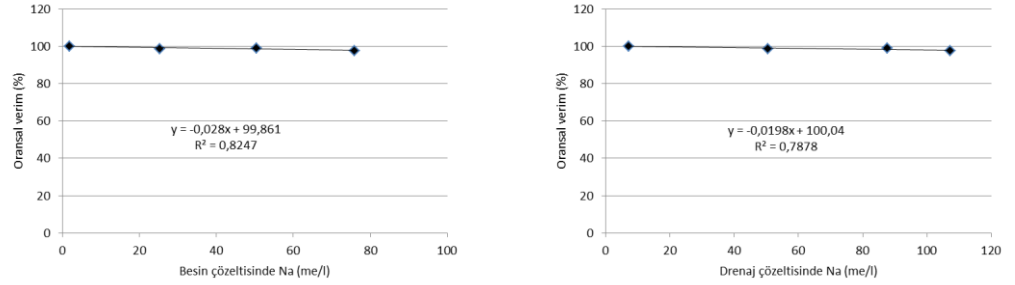
Şekil 4.133 ve 4.134'e göre, YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 6.87 ve % 3.59'luk verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 6.74 ve % 5.62 azalmaya neden olmuştur. Besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl (me/l) konsantrasyonuna göre verim azalmasının tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğru eğiminin verildiği Şekil 4.135 ve 4.136 incelendiğinde, YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 8.02, drenaj çözeltisinde ise % 4.79 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 8.97 ve % 5.77 olmuştur.

III. üretim dönemine ilişkin bitkilere uygulanan besin ve drenaj çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) ve Cl (me/l) konsantrasyonlarındaki lineer doğruların eğimleri Şekil 4.137, 4.138, 4.139 ve 4.140'ta verilmiştir. Bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 4.10, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 2.31 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 5.26, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10

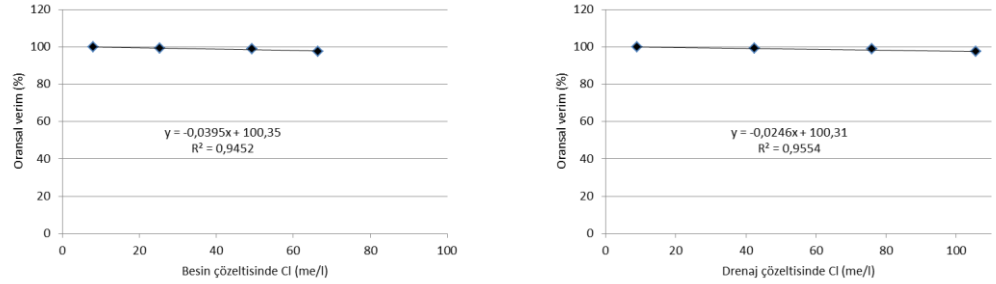
me/l'lık artışa karşılık ise ortalama % 3.05 verim azalması meydana gelmiştir.



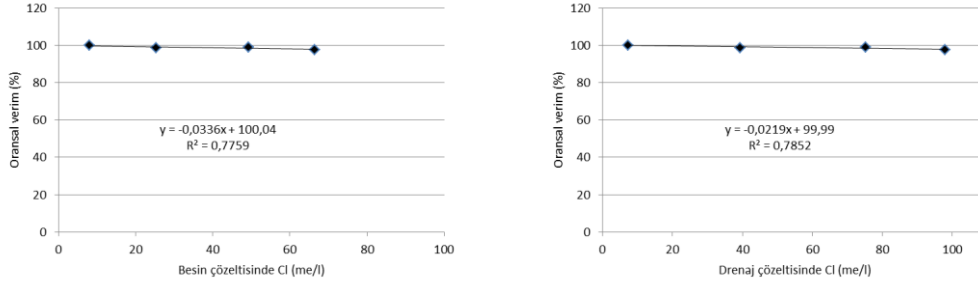
Şekil 4.137. III. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.138. III. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



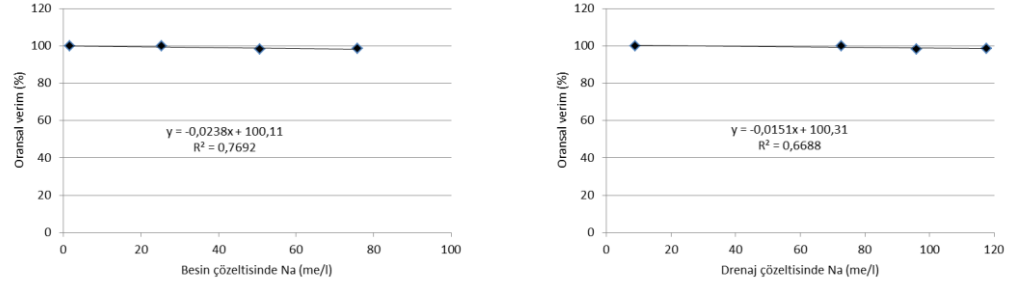
Şekil 4.139. III. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



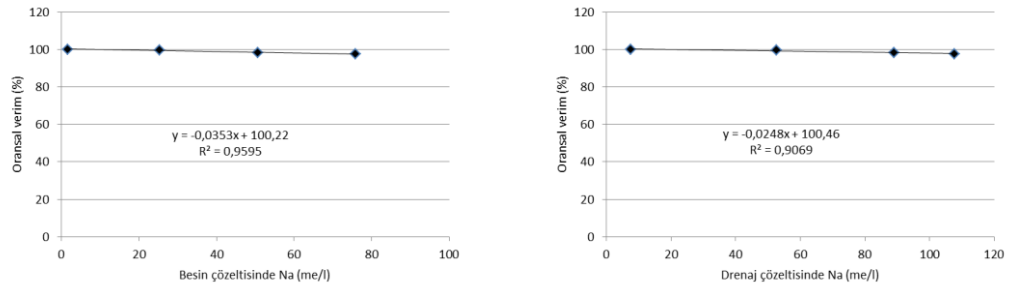
Şekil 4.140. III. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

Şekil 4.137 ve 4.138'e göre, YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 3.89 ve % 1.98'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 4.31 ve % 2.63 azalmaya neden olmuştur. Besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl (me/l) konsantrasyonuna göre verim azalmasının tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğru eğiminin verildiği Şekil 4.139 ve 4.140 incelendiğinde, YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 4.95, drenaj çözeltisinde ise % 2.84 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 5.58 ve % 3.25 olmuştur.

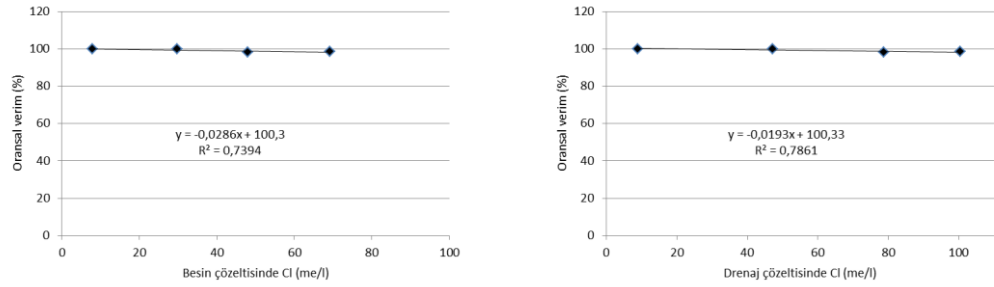
IV. üretim dönemine ilişkin bitkilere uygulanan besin ve drenaj çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) ve Cl (me/l) konsantrasyonlarındaki lineer doğruların eğimleri Şekil 4.141, 4.142, 4.143 ve 4.144'te verilmiştir. Bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 2.86, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 2.09 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 3.43, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 2.56 verim azalması meydana gelmiştir.



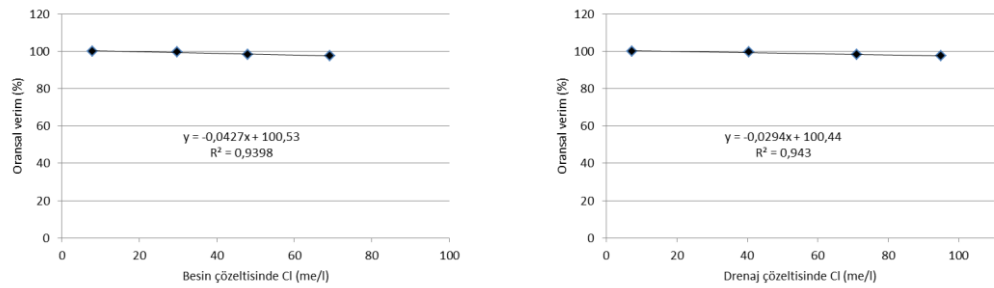
Şekil 4.141. IV. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.142. IV. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Na (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.143. IV. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

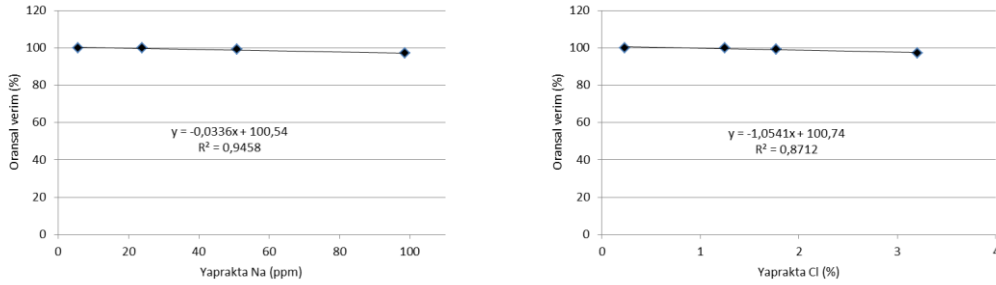


Şekil 4.144. IV. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilerinin Cl (me/l) miktarındaki birim artışa karşı verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

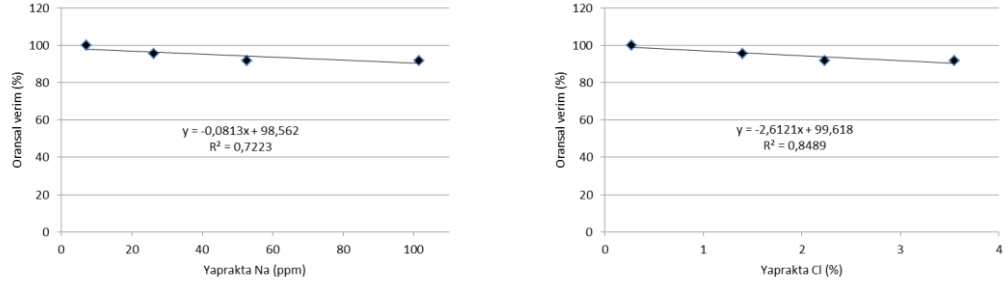
Şekil 4.141 ve 4.142'ye göre, YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 2.72 ve % 2.25'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 3.00 ve % 1.93 azalmaya neden olmuştur. Besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl (me/l) konsantrasyonuna göre verim azalmasının tahmin edilebilmesi için geliştirilen doğru eğiminin verildiği Şekil 4.143 ve 4.144 incelendiğinde, YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 3.27, drenaj çözeltisinde ise % 2.75 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 3.58 ve % 2.37 olmuştur.

4.5.6. Yaprakta Na ve Cl iyonları içeriği ile verim arasındaki ilişkiler

Dört üretim döneminde de YO₁ ve YO₂ uygulama konularında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşın verimde meydana gelen değişimler ve uygulama konularındaki ortalama değerler sırasıyla Şekil 4.145, 4.146, 4.147, 4.148, 4.149, 4.150, 4.151 ve 4.152'de verilmiştir.

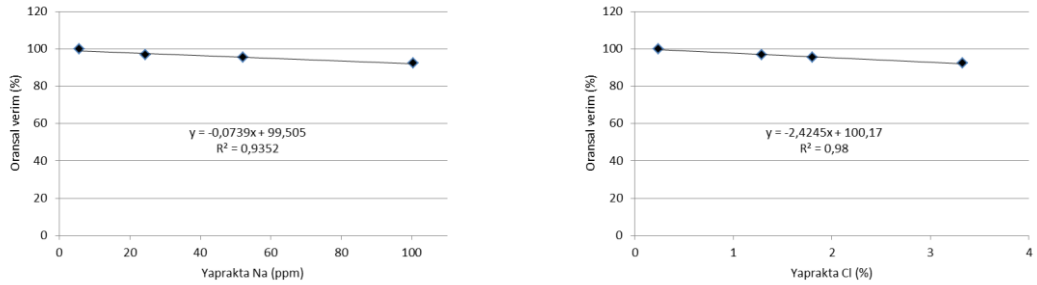


Şekil 4.145. I. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

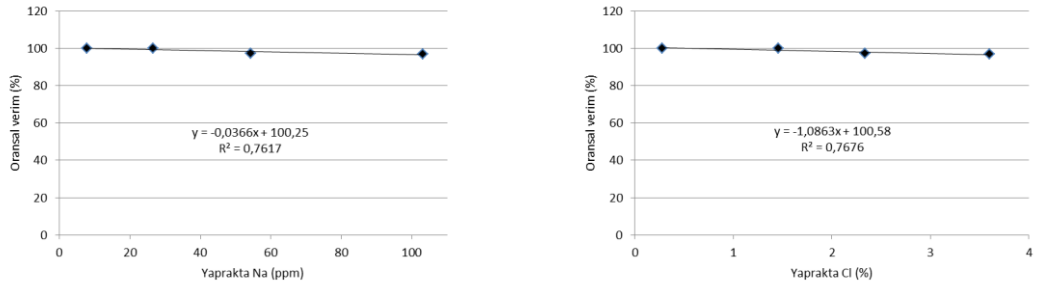


Şekil 4.146. I. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

I. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerlerinin verildiği Şekil 4.145 ve 4.146 incelendiğinde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 3.79, YO₂ konusunda % 11.39, üretim döneminde ortalama olarak ise % 7.59 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 16.85, YO₂ konusunda % 24.15, üretim döneminde ortalama olarak ise % 20.50 azalmıştır.



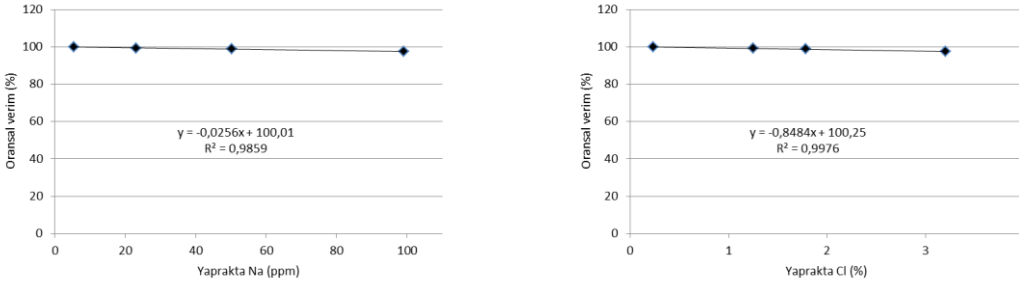
Şekil 4.147. II. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



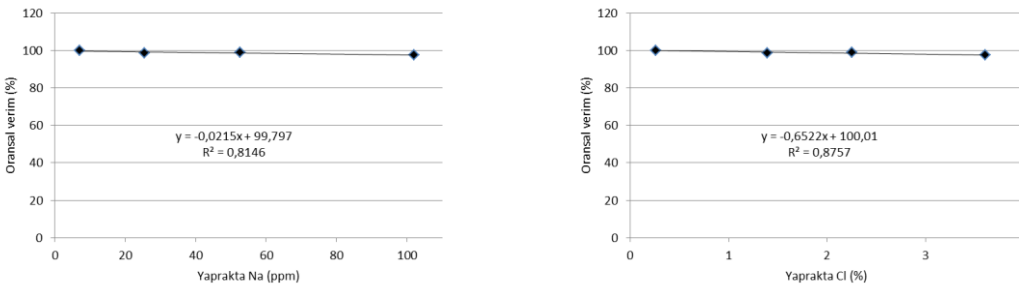
Şekil 4.148. II. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

II. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerlerinin verildiği Şekil 4.147 ve 4.148 incelendiğinde, Na içeriğine ilişkin olarak biber

yapraklarında her 10 ppm’lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 7.36, YO₂ konusunda % 5.54, üretim döneminde ortalama olarak ise % 6.45 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1’lik artış için verim YO₁ konusunda % 17.78, YO₂ konusunda % 18.18, üretim döneminde ortalama olarak ise % 17.98 azalmıştır.

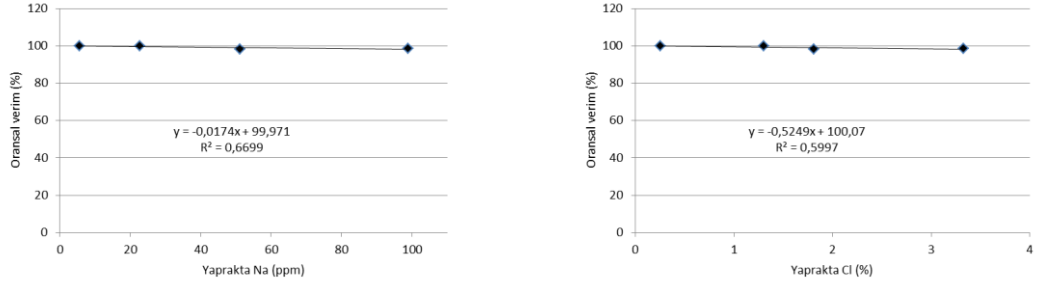


Şekil 4.149. III. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

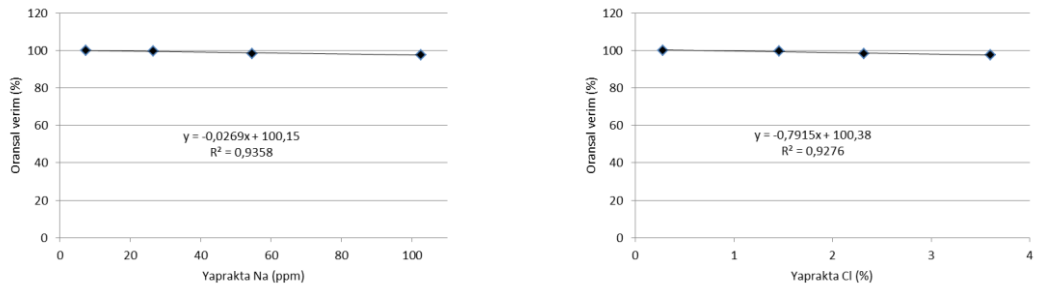


Şekil 4.150. III. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

III. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerlerinin verildiği Şekil 4.149 ve 4.150 incelendiğinde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm’lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 4.14, YO₂ konusunda % 4.71, üretim döneminde ortalama olarak ise % 4.42 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1’lik artış için verim YO₁ konusunda % 10.15, YO₂ konusunda % 9.45, üretim döneminde ortalama olarak ise % 9.80 azalmıştır.



Şekil 4.151. IV. Üretim döneminde YO₁ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.



Şekil 4.152. IV. Üretim döneminde YO₂ uygulamasında yaprak Na ve Cl içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal verim azalışı.

IV. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerlerinin verildiği Şekil 4.151 ve 4.152 incelendiğinde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 2.73, YO₂ konusunda % 2.92, üretim döneminde ortalama olarak ise % 2.83 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 7.65, YO₂ konusunda % 6.80, üretim döneminde ortalama olarak ise % 7.22 azalmıştır.

Çizelge 4.13. Yapraktaki Na (ppm) ve Cl (%) artışına göre verimde meydana gelen % azalmalar.

Üretim Dönemi	Na (ppm)*			Cl (%)**		
	YO ₁ (%)	YO ₂ (%)	Ortalama (%)	YO ₁ (%)	YO ₂ (%)	Ortalama (%)
I.	3.79	11.39	7.59	16.85	24.15	20.50
II.	7.36	5.54	6.45	17.78	18.18	17.98
III.	4.14	4.71	4.42	10.15	9.45	9.80
IV.	2.73	2.92	2.83	7.65	6.80	7.22

*Her 10 ppm artış için.

**Her % 1'lik artış için.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerek üretim alanı gerekse ihracat değerleri bakımından ekonomik potansiyele sahip biber yetiştiriciliğinde karşılaşılan, tuzluluk ve tuz etkisi altındaki bitkilerde sulamalar sırasında yapılan yıkama uygulamalarının; bitki gelişimi, verimi ve pazara sunum açısından büyük öneme sahip kalite kriterleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi konuları önem kazanmaktadır. 2010 – 2012 yılları arasında iki ilkbahar ve iki sonbahar olmak üzere dört farklı üretim dönemini kapsayan bu çalışma ile topraksız ortamda yetiştirilen biber bitkisinin, farklı tuzluluk düzeyleri ve yıkama oranları kullanılarak üretildiği koşullarda, bitkilerin gelişimi, verimi, bazı kalite kriterleri üzerinde yarattığı etkilerin belirlenmesine çalışılmıştır. Ayrıca, sulama suyu miktarlarına ilişkin olarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, özellikle ülkemiz biber yetiştiriciliğinde büyük eksiklik olarak görülen sulama, bitki su tüketimi ve tuzluluk konusundaki bilgi gereksinimine katkı sağlaması amaçlanmaktadır. Çalışmadan sağlanan bulguların tüm soru ve sorunların cevabını vermesi mümkün değildir. Ancak, çalışmanın bundan sonra yapılacak araştırmalar için bir örnek oluşturacağı düşünülmektedir.

Araştırma süresince, I. üretim döneminde uygulanan sulama suyu miktarları birbirlerine yakın değerler alarak YO₁ konularında 42.27 – 45.65 litre/bitki arasında, YO₂ konularında ise 51.51 – 54.52 litre/bitki arasında değişmiştir. Elde edilen verilere göre YO₂ konularına, YO₁ konularına göre ortalama olarak % 21 daha fazla su uygulanmıştır. II. üretim döneminde YO₁ konularına 69.85 – 84.91 litre/bitki, YO₂ konularına ise 98.00 – 107.72 litre/bitki arasında değişen miktarlarda su uygulanmış, bu dönemde YO₂ konularına YO₁ konularına göre ortalama olarak % 42 daha fazla su uygulandığı bulunmuştur. III. dönemde YO₁ konularına 54.05 – 61.16 litre/bitki, YO₂ konularına ise 64.24 – 70.65 litre/bitki arasında değişen miktarlarda su uygulanırken, bu dönemde YO₂ konularına YO₁ konularına göre ortalama olarak % 20 daha fazla su uygulandığı belirlenmiştir. IV. üretim döneminde ise YO₁ konularına 46.20 – 50.91 litre/bitki, YO₂ konularına ise 56.35 – 66.07 litre/bitki arasında değişen miktarlarda su uygulanmış, bu dönemde YO₂ konularına YO₁ konularına göre ortalama olarak % 25 daha fazla su uygulandığı tespit edilmiştir.

Yapılan sulama uygulamalarından sonra drene olarak sera dışına uzaklaştırılan besin çözeltisi miktarları YO₁ ve YO₂ konularında I. üretim dönemi için 22.54 – 24.40 litre/bitki ve 24.65 – 32.30 litre/bitki, II. üretim döneminde

23.46 – 36.70 litre/bitki ve 32.12 – 46.49 litre/bitki, III. dönemde 28.03 – 33.84 litre/bitki ve 33.05 – 36.24 litre/bitki arasında değerler alırken, IV. üretim döneminde ise 13.37 – 16.08 litre/bitki ve 18.72 – 23.31 litre/bitki arasında bulunmuştur. İki sonbahar dönemi olan I. ve III. üretim dönemlerine bakıldığında ortalama olarak YO₂ konularında sera dışına uzaklaştırılan besin çözeltisi miktarları YO₁ konularında uzaklaştırılan besin çözeltisine oranla ortalama olarak 1.17 kat fazla olmuştur. İki ilkbahar dönemi olan II. ve IV. üretim dönemlerinde ise ortalama olarak YO₂ konularında sera dışına uzaklaştırılan besin çözeltisi miktarları YO₁ konularında uzaklaştırılan besin çözeltisine oranla ortalama olarak 1.37 kat fazla olmuştur. Üretim dönemlerinde drene olan ve sera dışına uzaklaştırılan besin çözeltisi miktarlarındaki farklılıklar uygulanan besin çözeltisi farklarından, üretim dönemleri arasındaki farklılıklar ise uygulanan besin çözeltisi farklarıyla birlikte yıkama oranlarının sabit olarak tutulamamasından kaynaklanmıştır.

Bitki su tüketimi değerleri ise I. üretim döneminde her iki yıkama konusunda 17.84 – 29.11 litre/bitki, II. dönemde 37.22 – 75.61 litre/bitki, III. ve IV. üretim dönemlerinde 25.28 – 37.59 litre/bitki ve 31.88 – 42.81 litre/bitki arasında değişmiştir. I. ve III. üretim dönemleri sonbahar ve kış aylarına, II. ve IV. üretim dönemleri ise ilkbahar ve yaz aylarına denk geldiği için, II. ve IV. dönemlerde elde edilen bitki su tüketimleri daha yüksek bulunmuştur. II. üretim döneminde konulardan elde edilen bitki su tüketimlerinin IV. üretim dönemine göre daha yüksek bulunması, II. dönemde yetiştiriciliğin 16 hafta, IV. dönemde ise 13 hafta devam etmesi ile bu dönemde yetiştirme periyodunun 3 hafta daha kısa tutulması, konulara uygulanan toplam sulama suyunun azalması ve II. üretim döneminde yetiştirme periyodunun uzamasından dolayı yaz aylarının sıcak günlerinin yaşanması ile ilişkilendirilebilir. I. üretim döneminde YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 22.46 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 17.84 litre/bitki ile T₄ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 29.11 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük değer ise 19.14 litre/bitki ile T₃ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 16 daha fazla bulunmuştur. II. dönemde YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 61.45 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 37.22 litre/bitki ile T₄ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 75.61 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük değer ise 54.36 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁

uygulamasındakilere oranla % 30 daha fazla bulunmuştur. III. dönemde YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 28.49 litre/bitki ile T₁ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 25.28 litre/bitki ile T₃ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 37.59 litre/bitki ile T₃ konusunda, en düşük değer ise 28.71 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 25 daha fazla bulunmuştur. IV. dönemde ise YO₁ uygulamasında, en yüksek bitki su tüketimi 34.80 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük bitki su tüketimi ise 31.88 litre/bitki ile T₂ konusunda belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, en yüksek bitki su tüketimi değeri 42.81 litre/bitki ile T₄ konusunda, en düşük değer ise 37.20 litre/bitki ile T₂ konusunda elde edilmiştir. Bu verilere göre YO₂ uygulamasında elde edilen bitki su tüketimleri YO₁ uygulamasındakilere oranla % 19 daha fazla bulunmuştur. Dört üretim döneminde de genel olarak, daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip besin eriyiği ile sulanan konularda toplam bitki su tüketimi daha düşük olmuştur. Tuzluluğun bitki su tüketimi üzerindeki etkisine bağlı olarak yıkama oranlarını istenen sınırlar içinde tutabilmek için daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip besin eriyiği ile sulanan konulara daha az besin eriyiği uygulanmıştır. Artan tuzluluğun bitki su tüketimini azalttığı (Ekmekçi vd., 2005), bunun da kök bölgesinde artan osmotik basınçla ilişkili olduğu (Grattan, 1993; Grattan and Grieve, 1994) bildirilmektedir. Yürütülen çalışma bitki su tüketiminin artan tuzlulukla birlikte düşmesi açısından yapılan diğer çalışmalarla uyumludur.

Ayrıca, elde edilen bitki su tüketimlerinin haftalık değişimleri incelendiğinde, bitki su tüketimi değerlerinin sera içerisindeki meteorolojik faktörler, bitki gelişme dönemleri ve bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı üretim dönemi uzunluğuna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Hidroponik koşullarda domates üzerine yürütülen bir çalışmada iklim koşullarının besin çözeltisinin pH'larını etkilemediği, besin çözeltisine ilişkin EC düzeylerinin ise hava sıcaklığı, oransal nem ve solar radyasyonla ilişkili olduğu ve artan ışık intensitesi ve hava sıcaklığının bitki su tüketimini artırma eğiliminde, artan oransal nemin ise su ve besin maddesi alınımını azaltıcı etkide bulunduğu sonucunu desteklemektedir (Pokluda and Kobza, 2001). Meriç (2006) tarafından, sera içi solar radyasyon ve buhar basıncı açığının daha yüksek olduğu dönemlerde bitki su tüketimlerinde artış görüldüğü, bu değerlerin daha düşük olduğu dönemlerde bitki su tüketimlerinin de azalma gösterdiği belirtilmiştir.

Topraksız tarımda domatesin bitki su tüketimi ve verim değerlerinin araştırıldığı çalışmada, bitki su tüketim değerleri birinci ve ikinci yılda açık sistemde 589 ve 709 mm olarak bulunmuş, bu değerler iki yıl boyunca kapılar sistemde 456 ile 586 mm arasında değişmiştir (Saarinen and Reinikainen, 1995). Farklı araştırmacılar tarafından kapillar sistemlerde domates bitkisinin su tüketimi yetiştirme dönemi uzunluğu ve sera içi iklim koşullarına bağlı olarak 315 l/m², 456 ile 586 mm olarak bildirilmektedir (Saarinen and Reinikainen, 1995; Incrocci et al., 2006). Kapillar sistemde gerbera yetiştiriciliğine ilişkin bir araştırmada ise günlük bitki su tüketimi 115 ± 3 ml olarak bulunmuştur (Zheng et al., 2005). Elde edilen bitki su tüketimi sonuçlarının önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Farklı bitkiler için yapılan bir araştırmada ise, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 170 – 371 mm arasında değişmiştir. En düşük bitki su tüketimi değerleri kavun ve yeşil fasulyede 170 ile 174 mm olurken, biberin üretim dönemi (248 ve 258 gün için) içerisindeki bitki su tüketimi değerleri ise 353 ile 371 mm arasında değişmiştir (Orgaz et al., 2005).

Üretim dönemlerinde hasat edilen toplam meyve (biber) ağırlıkları kullanılarak, uygulanan sulama suyu (WUE_{TV-SSM}) ve tüketilen besin çözeltisi (WUE_{TV-BST}) miktarlarına göre belirlenen su kullanım etkinlikleri incelendiğinde, ilk üretim döneminde WUE_{TV-SSM} değerlerinin 6.54 – 15.24 kg/m³, WUE_{TV-BST} değerlerinin ise 15.57 – 28.15 kg/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. II. üretim döneminde, WUE_{TV-SSM} değerlerinin 5.32 – 10.46 kg/m³, WUE_{TV-BST} değerlerinin 9.61 – 14.89 kg/m³; III. üretim döneminde 4.84 – 7.65 kg/m³ ve 10.77 – 15.27 kg/m³; IV. üretim döneminde ise 5.72 – 8.79 kg/m³ ve 8.82 – 13.28 kg/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Dört üretim dönemi karşılaştırıldığında en yüksek WUE_{TV-SSM} ve WUE_{TV-BST} değerlerinin I. üretim döneminde sağlandığı tespit edilmiştir. T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için I. üretim döneminde belirlenen ortalama WUE_{TV-SSM} değerleri 13.38, 11.99, 9.16 ve 7.55 kg/m³, II. üretim döneminde 8.62, 8.28, 7.37 ve 5.82 kg/m³, III. üretim döneminde 7.36, 6.68, 6.36 ve 4.97 kg/m³ bulunurken, IV. dönemde ise 8.60, 8.57, 6.89 ve 5.99 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Dört üretim döneminde konulardan elde edilen ortalama WUE_{TV-BST} değerleri ise T₁, T₂, T₃ ve T₄ konuları için sırasıyla 25.79, 25.37, 21.97 ve 17.92 kg/m³ (I. üretim dönemi), 12.06, 13.42, 12.27 ve 11.08 kg/m³ (II. üretim dönemi), 14.52, 14.42, 12.83 ve 10.81 kg/m³ (III. üretim dönemi) ile 12.36, 12.80, 10.13 ve 8.99 kg/m³ (IV. üretim dönemi) bulunmuştur. Buna göre dört üretim döneminde de uygulanan sulama suyu miktarları için hesaplanan en yüksek ortalama su kullanım etkinlikleri T₁ konularından elde edilirken, en düşük değerler ise T₄ konularında olmuştur. Tüketilen besin çözeltisi miktarlarına göre

hesaplanan en yüksek ortalama su kullanım etkinliği I. ve III. üretim dönemlerinde T_1 konularında olurken, II. ve IV. dönemlerde ise T_2 konularında bulunmuş, en düşük değerleri de tüm üretim dönemlerinde T_4 konularında almıştır. İlk üç üretim döneminde yıkama uygulamalarına ait en yüksek WUE_{TV-SSM} değerleri YO_1 konularından, son üretim döneminde ise YO_2 konularından alınmıştır. I., II. ve III. üretim dönemlerinde YO_1 uygulamasında elde edilen WUE_{TV-SSM} değerleri YO_2 uygulamasından sırasıyla % 9.76, % 26.21 ve % 6.71 daha yüksek olurken, IV. üretim döneminde ise YO_2 uygulamasından elde edilen değerler YO_1 uygulamasına göre % 2.37 daha fazla olmuştur. Benzer şekilde I., II. ve III. dönemlerdeki WUE_{TV-BST} en yüksek değerlerini YO_1 konularında alırken, IV. dönemde ise YO_2 konularından almıştır. İlk üç üretim döneminin YO_1 uygulamasındaki en yüksek WUE_{TV-BST} değerleri YO_2 uygulamasından sırasıyla % 8.01, % 22.08 ve % 9.49, IV. dönemde YO_2 uygulamasından elde edilen değerler ise YO_1 uygulamasından % 7.31 daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmada, ilk üç üretim döneminde yıkama uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, IV. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise % 95 güvenle dört üretim dönemi için de önemli olmuştur. I. üretim döneminde, en ağır meyveler tuzluluk uygulamaları arasında düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T_1 konusunda 29.16 g bulunmuştur. En düşük meyve ağırlığı ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T_4 konusunda 18.80 g olarak belirlenmiştir. II. üretim döneminde, en yüksek meyve ağırlığı T_1 konusunda 29.52 g, en düşük meyve ağırlığı T_4 konusunda 12.82 g bulunmuştur. III. üretim döneminde, en ağır meyveler tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde ve aynı istatistiksel grup içerisine giren T_1 , T_2 ve T_3 konularından sırasıyla 23.96, 21.60 ve 19.09 g, en düşük meyve ağırlığı ise T_4 konusunda 13.27 g bulunmuştur. IV. üretim döneminde ise, en ağır meyveler T_1 konusunda 16.08 g, en düşük meyveler de T_4 konusunda 8.99 g olarak elde edilmiştir. Ayrıca IV. üretim döneminde elde edilen meyve ağırlıklarının diğer üç döneme göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak, sera dışı ve sera içi meteorolojik değerlerde meydana gelen ani değişimler (sıcaklık ve nem değişimleri) ile sulama programlamasında yaşanan sıkıntılar ve düzensizliklerin bitki üzerinde yaratmış olduğu stres söylenebilir. I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde genellikle YO_2 uygulamasında YO_1 uygulamasına oranla meyve ağırlıklarının daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO_2 yıkama oranı uygulamasında, YO_1 yıkama uygulamasına oranla meyve ağırlıkları ortalama olarak I. üretim

döneminde % 4.01, II. üretim döneminde % 13.23 artmış, III. üretim döneminde ise % 3.09 azalmış ve IV. üretim döneminde ise % 14.10 artmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun soya bitkisinin kimyasal bileşimi üzerine etkisinin incelendiği benzer bir çalışmada, dört farklı nitelikte sulama suyu (0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m) ve üç farklı yıkama oranı (% 0, % 25 ve % 50) kullanılmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun, soya verimini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Tuzluluğun artması tane verimini azaltmıştır. Yıkama oranlarının verim üzerine etkisi, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Güngör vd., 1993).

I., II. ve IV. üretim döneminde yıkama uygulamalarının birim alandaki meyve sayısı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, III. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark I. üretim döneminde % 95 güvenle önemli olurken, diğer üç üretim dönemi için istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. I. ve IV. üretim dönemlerinde, en fazla birim alandaki meyve sayısı tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde ve aynı istatistiksel grup içerisine giren T_1 , T_2 ve T_3 konularından elde edilmiş olup, I. üretim döneminde sırasıyla 42.36, 37.63 ve 36.39 adet/m², IV. üretim döneminde ise sırasıyla 72.77, 99.58 ve 97.22 adet/m² bulunmuştur. En az meyve sayısı ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T_4 konusunda I. üretim döneminde 28.33 adet/m², IV. üretim döneminde ise 110.98 adet/m² olarak belirlenmiştir. II. ve III. üretim dönemlerinde ise, meyve sayıları tuzluluk uygulamalarının hepsinde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş, T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında II. üretim döneminde sırasıyla 94.72, 95.27, 85.27 ve 71.11 adet/m², III. üretim döneminde bu sıra 74.44, 67.63, 71.38 ve 67.08 adet/m² olmuştur. I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde genellikle YO₂ uygulamasında YO₁ uygulamasına oranla meyve sayılarının daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla meyve sayıları ortalama olarak I. üretim döneminde % 7.05 artmış, II. üretim döneminde % 0.33 azalmış, III. üretim döneminde % 17.17 ve IV. üretim döneminde ise % 29.95 artmıştır. I. üretim döneminde elde edilen meyve sayıları diğer dönemlere göre daha az olmuştur. Bunun nedeni olarak, hem sera içi ve sera dışındaki havanın diğer dönemlere göre daha soğuk olması (bu dönemin sonbahar aylarına denk gelmesi), hem de ilk üretim dönemi olduğundan meyve hasatları için uygun hasat iriliklerinin beklenmesi gösterilebilir. Ayrıca bu üretim dönemi ortasında sera örtüsünün temizlenmesi sırasında küçük bir kaza yaşanmış ve bu da üçüncü tekerrürlerdeki T_1 ve T_3 konularında bulunan bitkilerin zarar görmesine neden olarak hasat edilen meyve sayılarını azaltmıştır.

Tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının çiçek burnu çürüklüğü oranı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise dört üretim döneminde de % 95 güvenle önemli bulunmuştur. I. ve III. üretim dönemlerinde en az çiçek burnu çürüklüğü oranı tuzluluk uygulamaları arasında en düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T₁ konusunda sırasıyla % 5.11 ve % 5.05, en fazla ise aynı istatistiksel grup içerisine giren T₃ ve T₄ konularında I. üretim döneminde % 10.55 ve % 11.78, III. üretim döneminde % 10.53 ve % 11.77 olarak bulunmuştur. II. ve IV. üretim dönemlerinde en az çiçek burnu çürüklüğü oranı T₁ tuzluluk uygulamasında sırasıyla % 5.21 ve % 5.12, en fazla ise tuz konsantrasyonunun en yüksek değeri aldığı T₄ konusunda yine sırasıyla % 12.14 ve % 12.22 olarak elde edilmiştir. Dört üretim döneminde de T₁ ve T₂ tuzluluk düzeylerinin çiçek burnu çürüklüğü oranları YO₁ yıkama uygulamasında YO₂ yıkama uygulamasındakine oranla daha az olmuştur. Tüm üretim dönemlerinde T₃ ve T₄ tuzluluk düzeylerindeki çiçek burnu çürüklüğü oranlarının ise YO₁ uygulamasında YO₂ uygulamasına oranla daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

Yapılan diğer çalışmalarda 184 gün sonunda tuzluluğun biber bitkisinin verimini % 23 oranında azalttığı, artan sulama suyu tuzluluğuyla biber bitkisi veriminin, meyve sayısının ve ortalama meyve ağırlığının azaldığı bildirilmektedir (Rubio et al., 2009).

Yıkama uygulamalarının ortalama bitki boyu üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı farklar dört üretim dönemi için de istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. I. üretim döneminde en kısa bitki boyu, tuzluluk uygulamaları arasında en yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan T₄ konusunda 70.14 cm, en uzun bitki boyu ise en düşük tuz konsantrasyonuna sahip T₁ konusunda 82.68 cm olarak elde edilmiştir. II., III. ve IV. üretim dönemlerinde, bitki boyları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, II. üretim döneminde sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 57.81, 54.39, 55.50 ve 53.96 cm, III. üretim döneminde 63.64, 63.24, 57.07 ve 63.07 cm, IV. dönemde ise yine sırasıyla 56.12, 58.95, 57.83 ve 57.09 cm bulunmuştur. Üretim dönemlerinde genellikle YO₂ uygulamasında YO₁ uygulamasına oranla bitki boylarının daha uzun değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla bitki boyları ortalama olarak I. üretim döneminde % 4.9, II.

Üretim döneminde % 0.63, III. Üretim döneminde % 3.36 ve IV. Üretim döneminde ise % 5.99 artmıştır.

Tüm retim dönemlerinde yıkama uygulamalarının ortalama bitki gövde çapları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark I. ve II. Üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunurken, III. ve IV. Üretim dönemleri için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. I. Üretim döneminde en az bitki gövde çapı, tuzluluk uygulamaları arasında en yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan T₄ konusunda 8.87 mm, en fazla gövde çapı ise tuzluluk uygulamalarının ilk üçünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla (T₁, T₂ ve T₃) 9.91, 9.44 ve 9.82 mm bulunmuştur. II. dönemin en az gövde çapı yine T₄ konusunda 7.94 mm, en fazla T₁ ve T₂ konularında 8.85 ve 8.52 mm olmuştur. III. ve IV. Üretim dönemlerinde, bitki gövde çapları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, III. Üretim döneminde sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 8.39, 8.23, 7.89 ve 7.70 mm, IV. Üretim döneminde 6.99, 7.15, 7.09 ve 7.15 mm olarak elde edilmiştir. Üretim dönemlerinde genellikle YO₁ ve YO₂ uygulamalarında ortalama gövde çaplarının birbirine yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Buna göre, YO₂ yıkama oranı uygulamasında, YO₁ yıkama uygulamasına oranla bitki gövde çapları ortalama olarak I. Üretim döneminde % 3.73 artmış, II. ve III. Üretim dönemlerinde % 1.84 ve % 1.17 azalmış, IV. Üretim döneminde ise % 1.51 artmıştır.

Bitkilerin normal gelişmeleri için toprakta sürekli olarak, gelişmelerini engellemeyecek düzeyde suyun bulunması gerektiği ve kök bölgesinde suyun azalması ile bitkilerin su kullanımlarında da azalma grldğu bildirilmektedir. Tuzluluğun toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisi olduğu, kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarının da arttığı ve sonuçta tuzluluk yükselmesiyle birlikte bitkinin su kullanımında azalma olduğu bildirilmiştir. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve su kullanımının azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunmaktadır (Ekmekçi vd., 2005).

Tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök gelişimi ve gövde uzaması gibi faaliyetlerde gerileme görülmektedir. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları azaldığı gibi

boyları da kontrol konusuna göre küçük kalmaktadır. Yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi olumsuz etkilenmektedir. Tuz stresinin bu sonuçları uzun dönemde ortaya çıkan sorunlardır. Stres altındaki bitkilerin sürgün ve köklerinde kuru madde ve yaş ağırlıklarında da önemli ölçüde azalmalar olmaktadır (Irshad et al., 2002).

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), topraksız kültürde iki dolma biber çeşidinin tuz toleransını çimlenme, fide ve gelişme dönemlerinde tuz düzeyleri 0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM olarak kullanıldığında, meyve veriminin 10 mM'den 150 mM düzeyine kadar % 95 azaldığını ifade etmişlerdir. Navarro vd. (2010), yaptıkları çalışmalarında 15 ve 30 mM tuz düzeylerindeki sulama suları ile sulanan biberlerin biber verimi ve tuz konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki olduğunu dolayısıyla biberin toplam veriminin azaldığını bildirmişlerdir. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla birlikte biber verimi, bitki boyu, su tüketimi ve meyve boyunun önemli ölçüde azaldığı belirtilmektedir (Tepe vd., 2011). Bu da yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

I. ve IV. üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının meyve kuru madde miktarı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunurken, II. ve III. üretim dönemlerinde önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunmuştur. I. üretim döneminde en düşük meyve kuru madde miktarı, tuzluluk uygulamalarının ilk ikisinde (T_1 ve T_2) aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla % 5.29 ve % 5.84 bulunmuştur. En yüksek meyve kuru madde miktarı ise, tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T_4 konusunda % 7.72 olarak elde edilmiştir. II. üretim döneminde en düşük değer T_1 konusunda % 7.30, en yüksek değerler ise, aynı istatistiksel grup içerisine giren T_3 ve T_4 konularında % 10.38 ve % 10.24 bulunmuştur. III. dönemde en düşük meyve kuru madde miktarı I. dönemde olduğu gibi, tuzluluk uygulamalarının ilk ikisinde (T_1 ve T_2) aynı istatistiksel grup içerisine girmiş ve sırasıyla % 5.83 ve % 6.41, en yüksek meyve kuru madde miktarı ise, tuz konsantrasyonunun en yüksek olduğu T_4 konusunda % 8.60 olmuştur. Son üretim döneminde ise, en düşük değer T_1 konusunda % 7.02, en yüksek değer T_4 tuzluluk uygulamasında % 11.47 olarak belirlenmiştir. Üretim dönemlerinde genellikle YO_1 uygulamalarında elde edilen meyve kuru madde miktarı değerlerinin YO_2 uygulamalarında elde edilen değerlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre, YO_1 yıkama oranı uygulamasında, YO_2 yıkama uygulamasına oranla meyve kuru madde miktarları ortalama olarak I. üretim döneminde % 12.71, II.

dönemde % 8.76, IV. dönemde ise % 11.46 daha yüksek olurken, III. üretim döneminde % 0.10 daha düşük elde edilmiştir.

Tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının meyve suyu EC değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli bulunmuştur. I. üretim döneminde en düşük meyve suyu EC değeri, tuzluluk uygulamaları arasında en düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan T₁ konusunda 4.98 dS/m, en yüksek meyve suyu EC değeriye tuz konsantrasyonunun en fazla olduğu T₄ konusunda 6.08 dS/m bulunmuştur. II. dönemin en düşük meyve suyu EC değeri yine T₁ konusundan 5.20 dS/m, en yüksek değerleri ise aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olan T₃ ve T₄ konularından 6.82 ve 6.87 dS/m olarak elde edilmiştir. III. dönemde en düşük değerler aynı istatistiksel grup içerisindeki T₁ ve T₂ konularında 5.51 ve 5.68 dS/m, en yüksek değer T₄ konusundan 6.39 dS/m olmuştur. IV. üretim döneminde, en düşük meyve suyu EC değerleri tuzluluk uygulamalarının T₁ ve T₂ konularında aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, 5.70 ve 6.21 dS/m, en yüksek değerler ise, yine aynı istatistiksel grup içerisindeki T₃ ve T₄ konularında 7.05 ve 7.02 dS/m olarak belirlenmiştir. Üretim dönemlerindeki değerler 4.95 dS/m ile 7.22 dS/m arasında değişmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla meyve suyu EC değerleri ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 2.50, % 0.27 ve % 0.68 daha yüksek olurken, III. üretim döneminde % 0.25 daha düşük elde edilmiştir.

Yıkama uygulamalarının meyve suyu pH değerleri üzerinde oluşturduğu etki I., III. ve IV. üretim dönemlerinde istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, II. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise, ilk üç üretim döneminde % 95 güvenle önemli, son üretim döneminde önemsiz bulunmuştur. I. ve III. üretim dönemlerinde tüm tuzluluk düzeyi uygulamalarının meyve suyu pH değerleri üzerinde oluşturduğu etki, istatistiksel anlamda aynı grup içerisinde yer almış, sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) I. dönemde 5.83, 5.83, 5.89 ve 5.89, III. dönemde 6.31, 6.31, 6.34 ve 6.25 olmuştur. II. dönemin en düşük meyve suyu pH değeri T₁ konusundan 5.66, en yüksek değerleri ise aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olan T₃ ve T₄ konularından 5.77 ve 5.78 olarak elde edilmiştir. IV. dönemde en düşük değer yine T₁ tuzluluk düzeyinde 6.20 olarak meydana gelirken, en yüksek değerler aynı istatistiksel grup içerisindeki

T₂, T₃ ve T₄ konularında 5.94, 5.97 ve 5.90 olmuştur. Üretim dönemlerindeki değerler 5.65 ile 6.40 arasında değişmiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama uygulamasına oranla meyve suyu pH değerleri ortalama olarak I. üretim döneminde % 0.92 daha yüksek, II., III. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.40, % 0.44 ve % 0.98 daha düşük elde edilmiştir.

I. ve II. üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının titre edilebilir asit miktarları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemliyken, III. ve IV. üretim dönemlerinde ise önemsiz bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı fark tüm üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli çıkmıştır. I. üretim döneminde en düşük titre edilebilir asit miktarları aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₂ konularında 1.37 ve 1.39 mval/100 ml, en yüksek değerleri ise T₃ ve T₄ konularında 1.55 ve 1.61 mval/100 ml olmuştur. II. ve IV. dönemlerin en düşük değerleri tuz konsantrasyonunun en az olduğu T₁ konusunda sırasıyla 2.14 ve 0.60 mval/100 ml, en yüksek değerleri ise tuz konsantrasyonunun en fazla olduğu T₄ konusunda 2.65 ve 0.78 mval/100 ml bulunmuştur. III. üretim döneminin en düşük titre edilebilir asit miktarları T₁ ve T₂ konularından 1.09 ve 1.11 mval/100 ml, en yüksek değeri ise T₄ tuz konsantrasyonu uygulamasından 1.35 mval/100 ml olarak elde edilmiştir. Üretim dönemlerindeki değerler 0.57 mval/100 ml ile 2.90 mval/100 ml arasında değişim göstermiştir. Buna göre, YO₁ yıkama oranı uygulamasında, YO₂ yıkama oranı uygulamasına oranla titre edilebilir asit miktarları ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 6.04, % 9.19 ve % 6.32 daha yüksek olmuş, III. üretim döneminde ise % 3.84 daha düşük bulunmuştur.

Tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksyonunun konular arasında yarattığı fark dört üretim döneminde de % 95 güvenle önemli bulunmuştur. I. üretim döneminde en düşük suda çözünebilir kuru madde miktarları aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₂ konularında % 4.50 ve % 4.83, en yüksek değeri ise en fazla tuz konsantrasyonunun uygulandığı T₄ konusunda % 5.86 olarak bulunmuştur. II. dönemin en düşük değerleri T₂ ve T₃ konularından % 4.26 ve % 3.89, en yüksek değeri ise T₄ konusundan % 5.55 olarak elde edilmiştir. III. dönemin en düşük değeri % 5.91 ile T₁ konusunda, en yüksek değeri ise % 6.96 ile T₄ konusunda olmuştur. IV. üretim döneminde, suda çözünebilir kuru madde miktarlarının en düşük değerleri aynı istatistiksel gruba

giren T_1 ve T_2 konularında % 5.91 ve % 6.23 olurken, en yüksek değerleri de aynı istatistiksel gruba giren T_3 ve T_4 tuz konsantrasyonu uygulamalarından % 7.08 ve % 7.56 olarak elde edilmiştir. Üretim dönemlerindeki suda çözünebilir kuru madde miktarları değerlerinin % 3.50 ile % 7.57 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre, YO_1 yıkama oranı uygulamasında, YO_2 yıkama oranı uygulamasına oranla suda çözünebilir kuru madde miktarları ortalama olarak I., II., III. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.67, % 10.78, % 0.03 ve % 3.35 daha yüksek bulunmuştur.

Dört sulama suyu tuzluluğu (0.25, 2.5, 5 ve 10 dS/m) ve üç potasyum dozu (0, 5 ve 10 mM) konularının domates (*Lycopersicon esculentum*) bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir deneme sonucunda elde edilen yeşil aksam ve meyve üzerinde, verim, bitki su tüketimi, kimyasal ve fiziksel kalite unsurları değerlendirilmiştir. Yaş meyve verimleri deneme konularından hem tuzluluk hem de K düzeylerinden etkilenmiştir. Verim parametresi olarak değerlendirilen toplam kuru bitki ağırlığı tuzluluk ile azalmış ve bu azalma 5 dS/m tuzluluk düzeyinde başlamıştır. Fiziksel kalite parametrelerinden meyve çapı ve meyve boyu da tuzluluktan olumsuz yönde etkilenirken K dozlarının meyve çapı ve boyuna her hangi bir etkisi gözlenmemiştir. Kimyasal kalite parametresi olan meyvede toplam çözülebilir kuru madde miktarında tuzluluk konularının artışına paralel olarak artış gözlenmiş ancak K dozlarının bu parametre üzerine her hangi bir etkisi bulunmamıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyleri meyve suyunun pH değerini de etkilemiş bu değer sulama suyu tuzlulukları arttıkça azalma kaydetmiştir. Deneme konularından sulama suyu tuzluluk düzeyleri bitki su tüketimini olumsuz yönde etkilemiş ve bitki su tüketimindeki düşüş 2.5 dS/m tuzluluk düzeyine sahip sulama suyu konusundan itibaren başlamıştır. Deneme boyunca bitkinin tükettiği toplam sulama suyunun, ürettiği kuru maddeye oranı olarak hesaplanan su kullanım etkinliği değeri tuzluluk konularından etkilenmiş ve bu etki 10 dS/m tuzluluk düzeyinde en yüksek bulunmuştur. Deneme boyunca toprağa % 20 yıkama suyu uygulanmış ve sızan drenaj sularının EC değerleri ölçülmüştür. Ölçülen EC değerleri önce bir artış kaydetmiş ve daha sonra azalma göstermiştir (Kesmez, 2003).

Tüm üretim dönemlerinde yıkama uygulamalarının C vitamini değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark I., II. ve III. üretim dönemlerinde % 95 güvenle önemli

bulunurken, IV. üretim dönemi için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. I. üretim döneminde en düşük C vitamini değerleri, aynı istatistiksel grup içerisine giren T₁ ve T₄ konularından 78.56 ve 86.92 mg/100 g YA (yaş ağırlık), en yüksek değerleri ise T₂ ve T₃ konularından 122.12 ve 122.16 mg/100 g YA olarak elde edilmiştir. II. dönemin en düşük değeri tuz konsantrasyonu uygulamasının en düşük olduğu T₁ konusundan 112.92 mg/100 g YA, en yüksek değerleri ise T₃ ve T₄ konularından 148.44 ve 150.12 mg/100 g YA bulunmuştur. III. üretim döneminde T₁ ve T₂ tuz uygulamalarına ait değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve 92.94 ile 83.78 mg/100 g YA ile düşük olan değerleri, T₃ ve T₄ konularına ait değerler ise 112.45 ve 108.35 mg/100 g YA olarak yüksek değerleri oluşturmuştur. IV. üretim döneminde, C vitamini miktarları tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, sırasıyla (T₁, T₂, T₃ ve T₄) 67.46, 69.93, 64.26 ve 74.86 mg/100 g YA olarak elde edilmiştir. Üretim dönemlerine ait C vitamini değerlerinin genellikle YO₁ yıkama uygulamasında YO₂ yıkama uygulamasına göre genellikle daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

Tuzluluğun, meyvedeki C vitamini kapsamı veya yaprak toplam klorofil içeriği gibi tuza tolerans parametreleri üzerine etkileri bitki türlerine göre değişiklik göstermektedir. Genelde artan tuz seviyeleri, biber bitkisinin yaprak toplam klorofil içeriğini azaltmaktadır. Stres koşullarında oluşan toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olan bitkilerde ise bu antioksidanların başında gelen C vitamininin miktarının artması beklenmektedir. Uygulamalara bağlı olarak, kil ve kum bünyeli topraklarda artan sulama suyu EC düzeyleri meyvenin C vitamini içeriğini kontrol uygulamalarına kıyasla arttırmıştır. Killi tın bünyeli toprakta ise 1 ve 2 dS/m EC düzeylerinde C vitamini içeriğinin kontrol uygulamalarına kıyasla daha düşük; 3 dS/m EC düzeyinde ise diğer tüm uygulamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük değerler 101.50 mg/100 g ile kil bünyeli toprakta kontrol uygulamasından elde edilirken, en yüksek değerlerse 156.00 mg/100 g olarak kum bünyeli toprakta 2 dS/m EC düzeyinde elde edilmiştir. Özellikle kil ve kum bünyeli topraklarda sulama suyu EC düzeylerindeki artışın meyvenin C vitamini içeriğini kontrol uygulamalarına kıyasla arttırdığı belirlenmiştir. Tatlı biber meyvesinin C vitamini miktarının ortalaması 120-128 mg/100 g olarak bildirilmektedir. Tuz stresi koşullarında antioksidatif savunma sistemindeki en önemli antioksidanlardan biri olan C vitamini içeriğinin artması beklenmektedir. Bu artış, bitkinin yüksek EC düzeylerinde tuz stresine karşı direnç göstermeye çalışması ile açıklanabilir (Üras ve Sönmez, 2011).

Dört üretim döneminde de yıkama uygulamalarının Chroma (C^* :Renk doygunluğu) ve Hue (H° :Renk niteliği) değerleri üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark I. üretim döneminde % 95 güvenle önemli bulunurken, II., III. ve IV. üretim dönemleri için ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

I. üretim döneminde en düşük Hue değeri T_3 konusunda 90° , en yüksek değeri tuz konsantrasyonunun en düşük olan T_1 konusunda 93° olarak elde edilmiştir. II., III. ve IV. üretim dönemlerinde Hue değerleri tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiş olup, II. üretim döneminde sırasıyla (T_1 , T_2 , T_3 ve T_4) 105° , 104° , 103° ve 103° , III. üretim döneminde 92° , 95° , 93° ve 93° , son üretim döneminde ise 108° , 108° , 105° ve 105° olarak bulunmuştur. I. üretim döneminde en düşük Chroma değeri T_3 konusunda 36.13 olurken, diğer üretim dönemlerinde Chroma değerleri tuzluluk uygulamalarının tümünde aynı istatistiksel grup içerisine girmiştir. Üretim dönemlerindeki Hue değerlerinin 89° ile 111° arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre, YO_1 yıkama oranı uygulamasında, YO_2 yıkama uygulamasına oranla Hue değerleri ortalama olarak I., II. ve IV. üretim dönemlerinde sırasıyla % 1.35, % 2.60 ve % 2.06 daha yüksek, III. üretim döneminde ise % 2.16 daha düşük olarak bulunmuştur.

I. üretim döneminde tuzluluk düzeylerinde meydana gelen artışın oluşturduğu verim azalmasının tahmin edilebilmesi amacıyla elde edilen doğrusal denkleme göre, konulara uygulanan besin çözültisi EC değerlerindeki 1 dS/m'lik artış verimde ortalama % 12.21 azalmaya neden olurken, drenaj çözültisinde EC'deki 1 dS/m'lik artış ise verimde ortalama % 8.05 azalmaya neden olmuştur. II. dönemdeki doğrusal denkleme göre, konulara ait verim azalmalarının besin çözültisi tuzluluğundaki birim artış için ortalama % 10.29, drenaj çözültisi elektriksel iletkenlik değerindeki birim artışa karşılık ise ortalama % 6.92 olduğu belirlenmiştir. III. dönemde tuzluluk düzeylerinde meydana gelen artışın oluşturduğu verim azalmasının tahmin edilebilmesi amacıyla elde edilen doğrusal denkleme göre, konulara uygulanan besin çözültisi EC değerlerindeki 1 dS/m'lik artış verimde ortalama % 9.05 azalmaya neden olurken, drenaj çözültisinde EC'deki 1 dS/m'lik artış ise verimde ortalama % 6.32 azalmaya neden olmuştur. Son üretim döneminde, konulara ait verim azalmalarının besin çözültisi tuzluluğundaki birim artış için ortalama % 7.72, drenaj çözültisi elektriksel iletkenlik değerindeki birim artışa karşılık ise ortalama % 4.37 olduğu belirlenmiştir.

I. üretim döneminde bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 7.77, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 6.19 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 9.76, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 6.22 verim azalması meydana gelmiştir. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 4.91 ve % 5.33'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 10.63 ve % 7.06 azalmaya neden olmuştur. YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 6.45, drenaj çözeltisinde ise % 4.27 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 13.08 ve % 8.18 olmuştur.

II. üretim döneminde bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 6.80, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 4.60 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 8.49, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 5.28 verim azalması meydana gelmiştir. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 6.87 ve % 3.59'luk verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 6.74 ve % 5.62 azalmaya neden olmuştur. YO₁ uygulamasında besin çözeltisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 8.02, drenaj çözeltisinde ise % 4.79 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 8.97 ve % 5.77 olmuştur.

III. üretim döneminde bitkilere uygulanan besin çözeltisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 4.10, drenaj çözeltisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 2.31 azalma göstermiştir. Besin çözeltisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 5.26, drenaj çözeltisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 3.05

verim azalması meydana gelmiştir. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 3.89 ve % 1.98'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltilisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 4.31 ve % 2.63 azalmaya neden olmuştur. YO₁ uygulamasında besin çözeltilisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 4.95, drenaj çözeltilisinde ise % 2.84 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 5.58 ve % 3.25 olmuştur.

IV. üretim döneminde bitkilere uygulanan besin çözeltilisi içeriğindeki Na (me/l) konsantrasyonundaki 10 me/l'lik artışa karşılık verim ortalama olarak % 2.86, drenaj çözeltilisinin Na (me/l) içeriğindeki 10 me/l'lik artışta ise verim ortalama % 2.09 azalma göstermiştir. Besin çözeltilisinin Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık verimde meydana gelen azalma ortalama % 3.43, drenaj çözeltilisi Cl (me/l) içeriğindeki her 10 me/l'lik artışa karşılık ise ortalama % 2.56 verim azalması meydana gelmiştir. YO₁ uygulamasında besin ve drenaj çözeltilisine ilişkin Na (me/l) konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın sırasıyla % 2.72 ve % 2.25'lik verim azalması belirlenirken, YO₂ uygulamasında ise besin çözeltilisi ve drenaj çözeltileri içeriğindeki 10 me/l'lik Na artışı verimde % 3.00 ve % 1.93 azalmaya neden olmuştur. YO₁ uygulamasında besin çözeltilisi içeriğindeki 10 me/l'lik Cl artışının verimi % 3.27, drenaj çözeltilisinde ise % 2.75 oranında azalttığı belirlenmiştir. YO₂ uygulamasında ise, besin ve drenaj çözeltilerindeki Cl konsantrasyonunun her 10 me/l'lik artışına karşın verimde meydana gelen kayıplar sırasıyla % 3.58 ve % 2.37 olmuştur.

I. üretim döneminde YO₁ ve YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerleri incelendiğinde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 3.79, YO₂ konusunda % 11.39, üretim döneminde ortalama olarak ise % 7.59 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 16.85, YO₂ konusunda % 24.15, üretim döneminde ortalama olarak ise % 20.50 azalmıştır. II. üretim döneminde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 7.36, YO₂ konusunda % 5.54, üretim döneminde ortalama olarak ise % 6.45 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 17.78, YO₂ konusunda % 18.18, üretim döneminde ortalama olarak ise % 17.98 azalmıştır. III. üretim döneminde YO₁ ve

YO₂ uygulamalarında yaprak Na (ppm) ve Cl (%) içeriklerine karşılık verimde meydana gelen oransal azalma değerleri incelendiğinde ise, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 4.14, YO₂ konusunda % 4.71, üretim döneminde ortalama olarak ise % 4.42 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 10.15, YO₂ konusunda % 9.45, üretim döneminde ortalama olarak ise % 9.80 azalmıştır. IV. üretim döneminde, Na içeriğine ilişkin olarak biber yapraklarında her 10 ppm'lik artışa karşın verim YO₁ konusunda % 2.73, YO₂ konusunda % 2.92, üretim döneminde ortalama olarak ise % 2.83 azalmıştır. Cl içeriğine ilişkin olarak yaprakta her % 1'lik artış için verim YO₁ konusunda % 7.65, YO₂ konusunda % 6.80, üretim döneminde ortalama olarak ise % 7.22 azalmıştır.

Biber bitkisi tuzluluğa karşı orta derecede duyarlıdır, ancak tohum çimlenme döneminde çok hassastır. EC_e 1.5 mmhos/cm iken ürün miktarında azalma % 0 olmaktadır. EC_e 2.2, 3.3, 5.1 ve 8.5 mmhos/cm iken sırayla ürün miktarında azalma % 10, 25, 50 ve 100 olmaktadır (Doorenbos and Kassam, 1986; Tülücü, 2003).

Kültür bitkilerinde ortamın tuzluluğu arttıkça elde edilen ürün miktarı da bitkinin dayanım düzeyine göre azalmaktadır (Kanber vd., 1992). Brokoli bitkisi için sulama suyu tuzluluğu ve su miktarının verim ve mineral madde içeriğine etkisi araştırıldığında, bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarlarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerinde sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS/m düzeyinden itibaren önemli azalmalar olmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi azaltmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini arttırmıştır (Yurtseven ve Baran, 2000). Sulama suyu tuzluluğu, ele alınan bitkilerin hemen hepsinde verim ve kaliteyi azaltıcı etkide bulunmuştur. Su kaynaklarımızın zaman boyutunda değişik nedenlerden dolayı daha tuzlu duruma geldiklerini düşünürsek, gereksinilen verim artışının ve üretim değerinin sağlanmasında, bundan sonra daha düşük kaliteli suları kullanma zorunluluğumuz ortaya çıkmaktadır (Ekmekçi vd., 2005).

Araştırmanın yapıldığı dört üretim döneminde elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, deneme kapsamındaki söz konusu koşullarda yapılan biber yetiştiriciliğinde, üretim dönemlerinde verim artan tuz uygulamalarıyla azalmış ve en yüksek verim değerleri tuz konsantrasyonunun en düşük olduğu konulardan, en

düşük verim değerleri ise yüksek tuz konsantrasyonunun uygulandığı konulardan elde edilmiştir. Artan tuzluluk düzeyleriyle birlikte verimde meydana gelen azalma yüzdeleri ve verimin azalmaya başladığı eşik değerleri uygulanan besin çözeltisi ve elde edilen drenaj çözeltisinin tuzluluk düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, biberin tuzluluğa orta derecede duyarlı bir bitki olduğu söylenebilir. Ayrıca araştırmada bitkisel materyal olarak, “Süper Amazon F1” biber çeşidi, örtü altı tek mahsul ve erken ilkbahar ekimlerine uygun hibrit sivri biber çeşidi olmasının yanında, erkenci ve kuvvetli bir bitki gelişimine sahip olduğundan, soğuk havalarda diğer çeşitlere göre daha fazla verim alındığından tercih edilmiştir. Hastalıklara ve kök çürüklüğüne karşı da dayanıklı olarak bildirilmektedir (Anonim, 2013a).

Dört üretim döneminde uygulanan farklı iki yıkama oranına ait verim değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenememiştir. Araştırmada, ilk üç üretim döneminde yıkama uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı üzerinde oluşturduğu etki istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, IV. üretim döneminde önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyi uygulamaları ve bunların birbirleriyle olan interaksiyonunun konular arasında yarattığı fark ise % 95 güvenle dört üretim dönemi için de önemli olmuştur.

Bu çalışma, sera koşullarında topraksız ortamda yetiştiriciliği yapılan biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin sulama suyuyla birlikte uygulanan besin çözeltisinin farklı tuzluluk düzeylerine olan tepkisinin belirlenmesi açısından bazı bulguları içermektedir. Burada yapılan çalışmalardan başka farklı bitki yetiştirme ortamları ile farklı sulama programlarının kullanıldığı, değişik bitki besin maddesi çözeltilerinin hazırlanarak sulama suyuyla uygulandığı ve tuzlu koşullar altında bu faktörlerin birlikte ele alındığı, sera içi iklim koşullarının da göz önünde bulundurulduğu çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çevre kirliliği açısından önemli yararlar sağlayan ve sulama suyu ile bitki besin maddelerinin istenen miktar ve oranlarda uygulanmasında kullanılan kapalı sistemler, açık sistemlerin olumsuz yönleri de düşünüldüğünde, önerilebilir yöntemler olarak görülmektedir. Fakat bu sistemler ile ilgili yapılacak olan ve ihtiyaçları karşılayacak, soruları cevaplayacak deneme ve araştırmaların yürütülmesi gerekliliği de belirtilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abak, K., Düzyaman, E., Şeniz, V., Gülen, H., Pekşen, A. ve Kaymak, H. Ç.,** 2010, Sebze Üretimini Geliştirme Yöntem ve Hedefleri, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, 477-492 s., Ankara.
- Akat, Ö.,** 2008, Farklı Tuzluluk Düzeyleri ve Yıkama Oranlarının Gerbera Bitkisinde Gelişim, Verim, Kalite ve Su Tüketimi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akat, H. ve Özzambak, M. E.,** 2013, Örtüaltı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen Limonium sinuatum Bitkisinde Kalsiyum uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri, Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi, Akat ve Özzambak, 10 (1).
- Akdoğan, S. ve Özkan, İ.,** 2000, Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisi (*Capsicum annuum* L.)'nin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 2000 6 (3), 1-8 s.
- Akgül, H.,** 2002., Tuzluluk, <http://www.ebkae.cjb.net>, (Erişim tarihi: 30 Haziran 2012).
- Akıncı, S. ve Akıncı, İ. E.,** 2000, Bazı Patlıcan Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuza Tepkileri, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 1, K. S. Ü. Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş.
- Aktaş, H.,** 2002, Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı, Doktora Tezi, Çukurova Üni. Zir. Fak. B. B. B., Adana.
- Albino, M., Giampaolo, R., Armando, M., Stefania De, P.,** 2006, Salt Stress Response In Tomato Beyond The Salinity Tolerance Threshold, Received 17 June 2005; revised 2 November 2005; accepted 14 February 2006, Available online 24 March 2006.
- Al-Karaki, G. N.,** 2000, Growth Water Use Efficiency and Sodium and Potassium Acquisition by Tomato Cultivars Grown Under Salt Stress. Journal of Plant Nutrition 23(1), 1-8 pp.
- Altan, T., Kanber, R., Özbek, H. ve Şekeroğlu, E.,** 2000, Tarım ve Çevre, Özgürlük Dünyası Dergisi, sayı: 102, Ankara.
- Anaç, D. ve Eryüce N.,** 2003, Nutrient management in protected cropping in Turkey. The International Fertiliser Society, Proceedings 522:19-34 pp.
- Anonim,** 2003, Biber Yetiştiriciliği, Cine Tarım Dergisi, Mayıs.
- Anonim,** 2013a, <http://www.altintohumculuk.com.tr/urunler>, (Erişim tarihi: 08 Temmuz 2013).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim**, 2013b, http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/0192e936ba11d0a_ek.pdf? tipi, (08 Temmuz 2013).
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüктаş, D. ve Çakmakçı, S.**, 2012, Tuz (NaCl) Stresinin Bazı Silajlık Sorgum Çeşitlerinin Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1):47-52 s.
- Ayers, R. S. and Westcot, D. W.**, 1989, Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rome.
- Ayyıldız, M.**, 1990, Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara, 282 s.
- Bahtiyar, M.**, 2002, Çorak Topraklar, www.tema.org.tr/turkish/cevre_gezgini, (Erişim tarihi: 08 Temmuz 2013).
- Baille, A.**, 1996, Principles and Methods for Predicting Crop Water Requirements in Greenhouse Environments, CIHEAM-Options Mediterranean, 31:177-187 pp.
- Başar, H.**, 1995, Seralarda Damla Gübreleme, Hasad 123:20-24 s.
- Başar, H.**, 2000, Bazı Topraksız Yetiştiricilik Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Anadolu, J. of AARI 10 (2), 169-182 s., MARA.
- Bayraklı, F.**, 1998., Toprak Kimyası, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214 s.
- Benoit, F. and Ceustermans, N.**, 1995, Horticultural Aspects of Ecological Soilless Growing Methods, Acta Hort., 396:11-24 pp.
- Bilgin, N. ve Yıldız, N.**, 2008, Besin Kültüründe Yetiştirilen (Kaya F1) Domates Çeşidinin Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral Madde İçeriğine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39 (1), 15-21 s., ISSN: 1300-9036.
- Blaylock, A. D.**, 1994., Soil Salinity, Salt Tolerance and Growth Potential of Horticultural and Landscape Plants, <http://www.uwyo.edu/ces/PUBS/Wy988.pdf>, (08 Temmuz 2013).
- Bozokalfa, M. K.**, 2009, Bazı Yerli Biber Genotiplerinin Karakterizasyonu ve Sanayiye Uygunluklarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar, E. Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Bornova-İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Castilla, N.**, 2000, Improved Irrigation Management of Greenhouse Vegetables, FAO Regional Working Group Greenhouse Crop Production in The Mediterranean Region, Technical Paper, 46 p.
- Cemek, B., Apan, M., Demir, Y. ve Kara T.**, 2005, Sera Koşullarında Farklı Sulama Suyu Miktarlarının Hıyar Bitkisinin Büyüme, Gelişme ve Verimi Üzerine Etkisi, O. M. Ü. Zir. Fak. Dergisi, 20 (3):27-33 s.
- Cerda, A. and Bingham, F. T.**, 1978, Yield, Mineral Composition and Salt Tolerance of Tomato and Wheat as Affected by NaCl, *Agrochimica*, 12:140-149 pp.
- Chartzoulakis, K. and Loupassaki, M.**, 1997, Effects of NaCl Salinity on Germination, Growth, Gas Exchange and Yield of Greenhouse Eggplant, *Agric. Water Mgmt.*, 32 (1997), 215–225 pp.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G.**, 2000, Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages, *Scientia Horticulture* Vol. 8 (3):247-260 pp.
- Clark, D. R., Green, J. C. and Gordon, J. A.**, 2000, Laboratory Exercises to Demonstrate Effects of Salts on Plants and Soils, *J. Nat. Resour. Life Sci. Educ.* 29:41-45 pp.
- Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R.**, 1999, Tomato and Salinity, *Scientia Hort.* 78, 83-125 pp.
- Çaçık, S.**, 2008, Konya Karatay Çengilti Köyü Arazilerinin Tuzluluk-Sodyumluluk Yönünden İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Çevik, B., Baytorun, N., Tanrıverdi, Ç., Abak, K. ve Sarı, N.**, 1996, Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Sera Yetiştirilen Patlıcanın Verim ve Kalitesine Etkileri, TÜBİTAK, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Yayın No: 2, Ankara, 175-181 s.
- Dabuxilatu and Motoki, İ.**, 2005, Interactive Effect of Salinity and Supplemental Calcium Application on Growth and Ionic Concentration of Soybean and Cucumber Plants, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 61 (4), 549-555 pp.
- Daşgan, H. Y. ve Abak, K.**, 1999, Topraksız Kültür Kavun Yetiştiriciliğinde Azot ve Potasyum Düzeyleri ile Farklı Substratların Verim ve Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri, Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Bildirileri, 310-314 s., Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Daşgan, H. Y., Aktaş, H., Abak, K. and Çakmak, I.,** 2002, Determination of Screeningtechniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Sci., 163:695-703 pp.
- Daşgan, H. Y., Koç, S., Ekici, B. ve Aktaş, H.,** 2005, Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Ortaya Çıkarılması için Parametrelerin Belirlenmesi, ZF-2002-BAP 65 No’lu Proje Kesin Sonuç Raporu, Çukurova Üni. Bilimsel Araştırma Projeleri.
- Daşgan, H. Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H. ve Abak, K.,** 2006, Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri, Alatarım, 5 (1):23-31 s.
- Dizdar, M. Y.,** 1978, Türkiye’de Tuzdan Etkilenmiş Topraklar, Toprak Su Dergisi, 47:36-57 s.
- Doğan, M., Avu, A., Can, E. N. ve Aktan, A.,** 2008, Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi, S. D. Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 3 (2) 174-182 s.
- Dolatabadian, A., Sanavy, S.A.M.M. and Chashmi, N.A.,** 2008, The Effects of Application of Ascorbic Acid (Vitamin C) on Antioxidant Enzymes Activites, Lipid Peroxidant and Proline Accumulation of Canola (Brassica Napus L.) under Conditions of Salt Stres, J. Agronomy and Crop Science, 93102250.
- Doorenbos, J. and Kassam, A. H.,** 1986, Yield Response to Water, Part B, Crop and Water, FAO Irrigation and Drainage Paper 33.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T.,** 2005, Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3):118-125 s.
- Elia, A., Parante, A., Serio, F. and Santamaria, P.,** 2003, Some Aspects of The Trough Bench System and Its Performance in Cherry Tomato Production, Acta Hort., 614:161-166 pp.
- Elkhatib, H. A., Elkhatib, E. A., Khalaf-Allah, A. M. and Elsharkawy, A. M.,** 2004, Salt Tolerance of Four Potato Cultivars, Journal of Plant Nutrition Vol. 27, No. 9, 1575–1583 pp.
- Epstein, E., Norlyn, C. D., Rush, D. W., Kinsbury, R. W., Kelly, D. B., Gunningham, G. A. and Wrona, A. F.,** 1980, Saline Cultures of Crops: A Genetic Approach, Science 210:399-404 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ertek, A., Şensoy, S., Yıldız, M. ve Kabay, T.,** 2002, Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Sera Koşullarında Patlıcan Bitkisi için En Uygun Su Miktarı ve Sulama Aralığının Belirlenmesi, K. S. Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (2).
- FAO,** 2008, www.faostat.fao.org, (Erişim tarihi: 08 Temmuz 2013).
- Feng, G. L. A. Meiri, J., Letey,** 2003, Evaluation A Model for Irrigation Management Under Saline Conditions: II. Salt Distribution and Rooting Pattern Effects, Soil Science Society of America Journal, Vol: 67, 77-81 pp.
- Fooland, M. R.,** 1996, Genetic Analysis of salt Tolerance During Vegetative Growth in Tomato, *Lycopersicon Esculentum* Mill, Plant Breeding, 115:245-250 pp.
- Francois, L. E. and Maas, E. V.,** 1994, Crop Response and Management on Salt-Affected Soils. Handbook of Plant and Crop Stress, Mohammad Pessaraklı (Eds.), Marcel Dekker, Inc., 270, New York, USA, 696 p.
- Gomez, J. M., Hernandez, J. A., Jimenez, A., del Rio, L. A. and Sevilla, F.,** 1999, Differential Response of Antioxidative Enzymes of Chloroplast and Mitochondria to Long Term NaCl Stress of Pea Plants, Free Radic. Res. 31, 11–18 pp.
- Grattan, S. R.,** 1993, How Plants Responds to Salt, Agricultural Salinity and Drainage, Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A. (Eds.), University of California Irrigation Programme, University of California, Davis, pages: 3-5.
- Grattan, S. R. and Hanson, B.,** 1993, Crop Salt Tolerance, Agricultural Salinity and Drainage Handbook for Water Managers, Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A. (Eds.), University of California Irrigation Program, University of California, Davis, pages: 5-10.
- Grattan, S. R. and Grieve, C. M.,** 1994, Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants Grown in Saline Enviroments, Handbook of Plant and Crop Stress, Mohammad Pessaraklı (Eds.), Marcel Dekker, Inc., 270, New York, USA, 696 p.
- Grismer, M. E.,** 1990, Leaching Fraction, Soil Salinity and Drainage Efficiency, California Agriculture, Vol. 44/6, 24-26 pp.
- Gül, A., Tüzel, Y., Tüzel, İ. H., Eltez, R. Z., Meriç, M. K., Akat, Ö. ve Demirelli, A.,** 2001, Ülkemiz Seracılığına Uygun Topraksız Yetiştirme Sistemlerinin Geliştirilmesi, Proje No: 98/BİL/023, İzmir.
- Gül, A.,** 2008, Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gül, A.**, 2012, Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, ISBN: 978-975-8377-83-1.
- Güngör, Y. ve Yurtseven, E.**, 1991, Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Soya Fasulyesi Verimine Etkisi, Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry, 15:80-88 s.
- Güngör, Y., Yurtseven, E. ve Artık, N.**, 1993, Sulama Suyu Tuzluluğunun Soya Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. TÜBİTAK, Doğa Tr. J. of Agricultural and Forestry, 17, 443-449 s.
- Güvenç, İ. ve Alan, R.**, 1994, Türkiye ile Avrupa Ülkeleri Sebzeçiliğinin Temel Üretim Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (4):627-633 s.
- Hale, M. G. and Orcutt, D. M.**, 1987, The Physiology of Plants Under Stress, John Wiley & Sons, Inc. USA., 206 p.
- Han, E.**, 1992, İktisada Giriş (Ünite: 28), T. C. Anadolu Üniversitesi Yayını, No: 171, 632 s.
- Hannah, M.**, 1998, Cyberconference Water Quality, www.greenbeam.com/cyberconference/woody-plants.1.html, (Erişim tarihi: 25 Eylül 2012).
- Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A.**, 1993, Amendments for Reclaiming Sodic and Saline/Sodic Soils, Agricultural Salinity and Drainage Handbook for Water Managers, Hanson, B., Grattan, S. R., and Fulton, A., (Eds.), University of California Irrigation Program, University of California, Davis, No: 93-01, pages: 81-85.
- Hernandez, J. A., Del Rio, I. A. and Sevilla, F.**, 1994, Salt Stress-Induced Changes in Superoxide Dismutase Isozymes in Leaves and Mesophyll Protoplasts from *Vigna unguiculata* L. walp, New Phytol., 126:37-44 pp.
- Incrocci, L., Malorgio, F., Barola, A. D. and Pardossi, A.**, 2006, The Influence of Drip Irrigation or Subirrigation on Tomato Grown in Closed-Loop Substrate Culture with Saline Water, Scientia Hort., 107:365-372 pp.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A. E., Endo, T. and Hona, T.**, 2002, Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. J Plant Nutrit, 25(1):189- 200 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jatgap, V. and Bhargava, S.,** 1995, Variation in The Antioxidant Metabolism of Drought Tolerant and Drought Susceptible Varieties of Sorghum Bicolor L. Moench, Exposed High Light, Low Water and High Temperature Stress, J. Plant Physion., 145:195-197 pp.
- Kacar, B.,** 1989, Bitki Fizyolojisi, A. Ü. Z. F. Yayın No:1153-323, Ankara-Türkiye.
- Kafkafi, U., Valoras, N. and Letey, J.,** 1982, Chloride Interaction with Nitrate and Phosphate Nutrition in Tomato, Journal of Plant Nutrition, 5:1369-1385 pp.
- Khanna-Chopra, R. and Sinha, S. K.,** 1991, Genetic Aspect of Water Relations and Drought Resistance in Crops; in Biochemical Aspects of Crop Improvement, 154-175 pp.
- Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel, O.,** 1992, Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı Yayın No: 6, 341 s., Adana.
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N.,** 2005, “Sulama, Drenaj ve Tuzluluk”, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 213-251 s., Ankara.
- Kara, T. ve Apan, M.,** 2000, Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (3):62-67 s.
- Karaçalı, İ.,** 1990, Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, E. Ü. Z. F. Yayın No: 494, 413 s.
- Karaçalı, İ.,** 2002, Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması (3.baskı), E. Ü. Ziraat Fakültesi Basımevi, Bornova-İzmir, 469s.
- Karakullukçu, E. ve Adak, M. S.,** 2008, Bazı Nohut Çeşitlerinin Tuza Toleranslarının Belirlenmesi, A. Ü. Z. F. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4):313-319 s.
- Katerji, N., Van, Hoorn, J. W., Hamdy, A., Mastrorilli, M. and Mou Karzel, E.,** 1997, Osmotic Adjustment of Sugarbeets in Response to Soil Salinity and Its Influence on Stomatal Conductance, Growth and Yield. Agricul. Water Manage., 34, 57–69 pp.
- Katerji, N., Van Hoorn, J. W., Hamdy, A. and Mastrorilli, M.,** 2003, Salinity Effect on Crop Development and Yield Analysis of Salt Tolerance According to Several Classification Methods, Agricultural Water Management, 62:37-66 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kesmez, G. D.,** 2003, Tuzluluk Koşulunda Potasyumun Domateste (*Lycopersicon esculentum*) Tuza Dayanıma, Su Kullanımına ve Vejetatif Gelişmeye Etkisi, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kırda, C.,** 1999, Su Bütçesi Yöntemi ile Bitki Su Tüketimi Çalışmaları, 85-103, Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem Bilimi: İnceleme ve Değerlendirmeler, Kanber, R., Steduto, P. (Derl.), Adana-Türkiye, 211 s.
- Kotuby-Amacher, J., Koenig, R. and Kitchen, B.,** 1997, Salinity and Plant Tolerance, AG-SO-03, Electronic Publishing Utah State University. www.extension.usu.edu/files/agpubs/salini.htm, (Erişim tarihi: 08 Temmuz 2013).
- Kuşvuran, Ş.,** 2011, Bamyada Tuz Stresine Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıklar ve Tarama Parametrelerinin Araştırılması, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28 (2):55-70 s.
- Kürklü, A. ve Çağlayan, N.,** 2005, Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Akdeniz Üni. Zir. Fak. Dergisi, 18 (1), 25-34 s.
- Lauchli, A.,** 1986, Responses and Adaptations of Crops to Salinity, Acta Hort. 190:243-246 pp.
- Maas, E. V. and Hoffman, G. J.,** 1977, Crop Salt Tolerance-Current Assessment, Journal Irrigation Drainage Div. ASCE, 103 (IR2):115-134 pp.
- Macit, F., Turhan, K. ve Yaşar, S.,** 1980, Sonbahar Sera Domates Üretiminde Yağmurlama ve Damla Sulama Yöntemlerinin Mukayesesi Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniv. Yıllığı, 1-9 s.
- Marchner, H.,** 1995, Saline Soils, In: Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, 657-680 pp.
- McGuire, G. R.,** 1992, Reporting of Objective Color Measurements, Hort Science, Vol. 27(12).
- McIntyre, A. and McRae, T.,** 2005, Gross Income Comparison for Hydroponic Tomato Production in Autopot and Rockwool Run-to-Waste Systems, Acta Hort., 694:197-201 pp.
- Meriç, M. K.,** 2006, Sera Topraksız Domates Yetiştiriciliğinde Su Kullanım Etkinliği Yönünden Sulama Programlarının ve Bitki Yetiştirme Sistemlerinin Karşılaştırılması, E. Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Bornova-İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Meriç, M. K. ve Öztekin, G. B.,** 2008, Topraksız Tarımda Kapılar Sistemler, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45 (2):145-152 s., ISSN: 1018-8851.
- Munns, R. and Termaat, A.,** 1986, Whole Plants Responses to Salinity, Aust. J. of Plant Physiol. 13:143-160 pp.
- Navarro, J. M., Garrido, C. and Flores, P. M.,** 2010, The Effect of Salinity on Yield and Fruit Quality of Pepper Grown in Perlite, Spanish Journal of Agricultural Research 8 (1):142-150 pp.
- Orgaz, F., Fernandez, M. D., Bonachela, S., Gallardo, M. and Fereres, E.,** 2005, Evapotranspiration of Horticultural Crops in an Unheated Plastic Greenhouse, Agricultural Water Management, 72:81 pp. – 96.
- Oster, J. D. and Rhoades, J. D.,** 1978, Calculated Drainage Water Compositions and Solid Burdens Resulting from Irrigation with River Waters in The Western United States, J. of Environmental Quality, 4:73-79 pp.
- Ödemiş, B.,** 2003, Tuzlu ve Sodyumlu Topraklarda İnfiltrasyon, M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 8(1-2):95-105 s.
- Öktüren Asri, F. ve Sönmez, S.,** 2009, Antalya Yöresinde Topraksız Kültür Sisteminde Yetiştirilen Domates Bitkilerinin Beslenme Durumunun ve Sulama Suyu Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 22 (2), 191-200 s.
- Öneş, A., Demir, K., Çakmak, B. ve Kendirli, B.,** 1995, Sera Koşullarında Yetiştirilen ve Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Baş Salatanın Sulama Zamanının Planlanması, 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kemer-Antalya, 208 s.
- Öz, M. ve Karasu, A.,** 2007, Pamuğun Çimlenmesi ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 1, 9-21 s.
- Özalp, R. ve Aktaş, A.,** 2008, Türkiye’de ve Antalya’da Sebzeciliğin Genel Durumu, Tarımın Sesi, Mart-2008, sayı: 17 (15-18).
- Özgümüş, A. ve Kaplan, M.,** 1992, Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Perlitin Önemi ve Topraksız Kültürde Perlitten Yararlanma Olanakları, Türkiye I. Tarımda Perlit Sempozyumu, 49-57 s., İzmir.
- Öztaş, B.,** 1962, Tuzlu Topraklarda Bitkiler Sudan Nasıl Faydalanır, Tarım Bakanlığı Çiftçi Broşürleri Serisi, 134 s., Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öztekin, G. B., Tüzel, Y. ve Keskin, Ö.,** 2003, Topraksız Tarımda Besin Solisyonunun Dezenfeksiyonu, Alatarım, 2 (2):34-39 s.
- Öztürk, A.,** 1994, Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi, A. Ü. Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Öztürk, A.,** 2002, Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu Ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum Melongena* L.) Bitkisinin Bazı Özelliklerine Ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(30):14-20 s., Konya.
- Parlak, M. ve Parlak Özaslan, A.,** 2006, Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi, A. Ü. Z. F. Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (1):8-13 s.
- Pokluda, R. and Kobza, F.,** 2001, Effect of Climate Conditions on Properties of Hydroponic Nutrient Solution, International Symposium on Protected Culvitation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies, Eds: Fernandez, Martinez & Castilla, Acta Horticulture, Volume: 2, Cartagena, Spain, 559:611-617 pp.
- Poljakoff-Mayer, A. and Lerner, H. R.,** 1993, Plants in Saline Environments, Handbook of Plant and Crop Stress. Mohammad Pessaraki (Ed.), USA, New York, 696 p.
- Quamme, H. A. and Stushinoff, C.,** 1983, “Resistance to Environmental Stress (In “Methods in Fruit Breeding”, J. N. Moore, J. Janick eds.)”, Purdue University Press, West Lafayette, India, 242-266 pp.
- Raviv, M. and Lieth, J. H.,** 2007, Soilles Culture: Theory and Practice, Elsevier.
- Reina-Sanchez, A., Romero-Aranda, R., ve Cuartero, J.,** 2005, Plant Water Uptake and Water Use Efficiency of Greenhouse Tomato Cultivars Irrigated with Saline. Water. Agricultural Water Management 78 (2005) 54–66 pp.
- Resh, H. M.,** 1991, Hydroponic Food Production, Woodbridge Press Publication, Santa-Barbara, California, Pages: 462.
- Rhoades, J. D., Kandiah, A. and Mashali, A. M.,** 1992, Saline Waters as Resources, 5-10 Chapter: 2, The Use of Saline Waters or Crop Production, FAO Irrigation and Drainage Paper, 48, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 133 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Richards, L. A.**, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, U. S. Dept. Agr. Handbook, 60 p.
- Romero, R., Aranda, T., Soria, T., and Cuartero, J.**, 2001, Tomato Plant Water Relationships Under Saline Growth Conditions, Plant Science. 160(2):265–272 pp.
- Rouphael, Y. and Colla, G.**, 2005, Growth, Yield, Fruit Quality and Nutrient Uptake of Hydroponically Cultivated Zucchini Squash as Affected by Irrigation Systems and Growing Seasons, Scientia Horticulture, 105:177-195 pp.
- Rubio, S., Rodrigues, A., Saez A., Dizon, M. B., Galle, A., Kim, T. H., Santiago, J., Flexas, J., Schroeder, J. and Rodriguez, P. L.**, 2009, Triple Loss of Function of Protein Phosphatases Type 2C Leads to Partial Constitutive Response to Endogenous Absciscic Acid, Plant Physiology_, July 2009, Vol. 150, 1345–1355 pp.
- Saarinen, J. A. and Reinikainen, O.**, 1995, Peat Substrate and Self-Regulating Irrigation-an Environmentally Sound Method, Acto Hort., 401:435-442 pp.
- Safi, S., Şimşek, H. ve Ünlükara, A.**, 2013, Su ve Tuzluluk Stresinin Mürdümükte Bitki Büyüme, Gelişme, Verim ve Su Tüketimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN: 1300-2910, 30 (1), 1-12 s.
- Savcı, M. E.**, 2014, Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzlu Sularla Sulama, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/12951.pdf>, (Erişim tarihi: 24 Kasım 2014).
- Savvas, D.**, 2002, Automated Replenishment of Recycled Greenhouse Effluents with Individual Nutrients in Hydroponics by Means of Two Alternative Models, Biosyst. Eng. 83, 225-236 pp.
- Schröder, F., G. and Lieth, J. H.**, 2002, Irrigation Control in Hydroponics, pages: 263-298, in Hydroponic production of Vegetables and Ornamentals, Ed. D. Savvas and H. Passam, Embryo Publications, Athens.
- Sen, D. N. and Mohammed, S.**, 1994, General Aspects of Salinity and The Biology of Saline Plants, Handbook of Plant and Crop Stress, Pessarakli, M. (Ed.), New York, USA, 696 p.
- Sevgican, A.**, 2002, Örtü Altı Sebzeciliği (Topraksız Tarım) Cilt-II Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sharma, D. P., Rao, K. V. G. K., Singh, K. N. and Kumbhare, P. S.,** 1993, Management of Subsurface Saline Drainage Water, Indian Farming 43:15-19 pp.
- Sharma, D. P., Rao, K. V. G. K., Singh, K. N. and Kumbhare, P. S.,** 1994, Conjunctive Use of Saline and Non-saline Irrigation Waters in Semi-arid regions, Irrig. Sci. 15:25-33 pp.
- Sivritepe, N. ve Eriş, A.,** 1998, Asmalarda Tuza Dayanım ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar, 4. Bağcılık Sempozyumu, 20-24 Ekim 1998, Yalova, Bildiriler Kitabı, 56-63 s.
- Smith, D. L.,** 1987, Rockwool in horticulture, Grower books, London, 153 p.
- Sonneveld, C. and Voogt, S. J.,** 1978, Effect of Saline Irrigation Water on Glasshouse Cucumbers Netherlands, Plant and Soil 49 (1978) 597-678 pp.
- Sonneveld, C. and Voogt, W.,** 1983, Studies on The Salt Tolerance of Some Flower Crops Grown Under Glass, Plant and Soil, 74, 41-52 pp.
- Sonneveld, C., Baas, R., Nijssen, H. M. C. and De Hoog, J.,** 2000, Effect of Salinity Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulture, Journal Plant Nutrition, 22:1033-1048 pp.
- Sonneveld, C.,** 2001, Effects of Salinity on Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulture, Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 151 p.
- Sonneveld, C. and Voogt, W.,** 2001, Chemical Analysis in Substrate Systems and Hydroponics – Use and Interpretation, Acta Horticulture, 548:247 – 259 pp.
- Sönmez, B.,** 2004, Türkiye’de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, 157-162 s.
- Sönmez, İ. ve Kaplan, M.,** 2004, Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi, Akdeniz Üni. Zir. Fak. Dergisi, 17 (2), 155-160 s.
- Sönmez, İ. ve Sönmez, S.,** 2007, Tuzluluk ve Gübreleme Arasındaki ilişkiler, Tarımın Sesi, sayı: 16, 13-16 s.
- Spychalla, J. P. and Desborough, S. L.,** 1990, Superoxide Dismutase, Catalase and Alphotocopherol Content of Stored Potato Tubers, Plant Physiol., 94: 1214-1218 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K., Prakash, H. S., Sheaker-Shetty, H., Savitri, H. S. and Sudhakar, C.,** 2000, Total Peroxidase Activity and Peroxidase Isoforms As Modified by Salt Stres in Two Cultivars of Fox-Tail Millet with The Differential Salt Tolerance, *Plant Sci.*, 141: 1-9 pp.
- Steppuhn, H., Volkmar, K. M. and Miller, P. R.,** 2001, Comparing Canola, Field Pea, Dry Bean , and Durum Wheat Crops Grown in Saline Media. *Crop Science*, 41:1827–1833 pp.
- Şahin, Ü., Özdeniz, A., Zülkadir, A. ve Alan, R.,** 1998, Sera Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates Bitkisinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim, Kalite ve Bitki Gelişmesine Olan Etkileri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 22, 71-79 s., TÜBİTAK.
- Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı,** 2015, <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik>, (Erişim tarihi: 24 Şubat 2015).
- Taslak, İ., Çağlar, Ö., Bulut, S. ve Akten, Ş.,** 2007, Bazı Arpa Genotiplerinin Tuzluluğa Toleranslarının Belirlenmesi I. Çimlendirme Denemesi, VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, 188-192 s., Erzurum.
- Tekinel, O., Çevik, B., Kanber, R., Yazar, A. ve Baytorun, N.,** 1987, Damla Sulama Tekniğinin Çukurova koşullarında Uygulanması Konusunda Yapılan Araştırmalar, Türk-Alman Tarımında Sulamanın Mekanizasyonu Semineri, 5-8 Mayıs, İzmir.
- Tepe, A., Ertok, R. ve Yılmaz, M.,** 2008, Bazı Hıyar Genotiplerinin Fide Döneminde Tuza Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25 (2):35-43 s., ISSN 1300-3496.
- Tepe, A., Kaya, H., Batmaz, G., Özkan, C. F. ve Demirtaş, E. I.,** 2011, Tuzlu Sulama Suyu Uygulamalarının Bazı Biber Saf Hatlarının Verimleri Üzerine Etkisi, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28 (1):1-11 s.
- Topaloğlu, K.,** 2010, Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişkiler, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- TSE**, 2012, Ülkemizde Örtü Altı Sebze Yetiştiriciliği, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bahçe Bitkileri Araştırmaları Daire Başkanlığı, Türk Standartları Enstitüsü, [tse.org.tr/Standart/Ekonomik ve Teknik Dergi](http://tse.org.tr/Standart/Ekonomik%20ve%20Teknik), Yıl: 51, Sayı: 599, Nisan 2012.
- TÜİK**, 2008, Üretim Verileri, Ankara, <http://www.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 02 Haziran 2010).
- TÜİK**, 2013, Türkiye İstatistik Kurumu, “Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı”, <http://rapor.tuik.gov.tr/reports>, (Erişim tarihi: 16 Temmuz 2013).
- Tülücü, K.**, 2003, Özel Bitkilerin Sulanması, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 254, Ders Kitapları Yayın No: A-82, Adana-Türkiye.
- U. S. Salinity Lab. Staff**, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, U. S., Government Handbook, No: 60, Printing Office, Washington.
- Ünlükara, A., Çıkılı, Y. ve Öztürk, A.**, 2008, Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasulyenin Gelişimine ve Besin Maddesi içeriğine Etkisi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 25 (2):51-60 s.
- Üras, D. S. ve Sönmez, S.**, 2010, Farklı Toprak Tekstürlerinde Yetiştirilen Biber Bitkisinin (*Capsicum Annuum* L.) Vitamin C ve Toplam Klorofil İçerikleri ile K/Na Oranı Üzerine Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerindeki Değişimin Etkileri, E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 526-531 s.
- Van Os, E. A.**, 1999, Closed Soilless Growing Systems, A Sustainable Solution for Dutch Greenhouse Horticulture, Water Sci. Tech. No: 5, 105-111 pp.
- Villora, G., Moreno, A., Pulgar, G. and Romero, L.**, 2000, Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stress: Determining Micronutrient Balance, Sci. Hort., 86:175-183 pp.
- Wahome, P. K.**, 2003, Mechanisms of Salt (NaCl) Stress Tolerance in Horticultural Crops –a Mini Review, Proc. IS on Greenhouse Salinity, A. Paradosi et al. (Eds.), Acta Hort., No: 609, 127-131 pp.
- Will, E. and Faust, E.J.**, 1999, Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, The University of Tennessee.
- Yakıt, S. ve Tuna, A. L.**, 2006, Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K’nın Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 19 (1):59-67 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yazgan, S., Ayas, S. ve Büyükcangaz, H.,** 2006, Örtüaltında Yetiştirilen Baş Salatanın Sulama Zamanının Planlanması, K. S. Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9 (1).
- Yılmaz, E., Tuna, A. L. ve Bürün, B.,** 2011, Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri, C. B. Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7:1, 47-66 s., ISSN: 1305-1385.
- Yurtseven, E. ve Güngör, Y.,** 1990, Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 14: 555-561 s.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. ve Ayan, B.,** 1996, Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi, A. Ü. Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (2):5-9 s.
- Yurtseven, E. ve Sönmez, B.,** 1996, Sulama Suyu Tuzluluğunun Domates Verimi ve Toprak Tuzluluğunun Etkisi, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 20 (1):27-33 s.
- Yurtseven, E. ve Bozkurt, D. O.,** 1997, Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (2):44-51 s.
- Yurtseven, E.,** 1999, Sürdürülebilir Tarım ve Tuzluluk Etkileşimi, VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 11-14 Kasım 1999, Kapadokya, 237-245 s.
- Yurtseven, E. ve Baran, H. Y.,** 2000, Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokolide Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi, Turk J. Agric. For 24, 185-190 s., TÜBİTAK.
- Yurtseven, E., Öztürk, H. S., Avcı, S., Altınok, S. ve Selenay, M. F.,** 2012, Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Yıkama Oranı Uygulamalarında Profil Tuzluluğunun Değişimi, Toprak Su Dergisi, 1 (1):38-46 s.
- Yüksel, A. N.,** 1989, Sera Yapım Tekniği, Trakya Üni. Zir. Fak. Yayın No: 86, Ders Kitabı No: 1, Tekirdağ, 10 s.
- Zheng, Y., Graham, T., Richard, S. and Dixon, M.,** 2005, Can Low Nutrient Strategies Be Used for Pot Gerbera Production in Closed-Loop Subirrigation? Acta Horticulturae, 691:365–372 pp.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İzmir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladı. 1999 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Programı’nı kazandı. 2000 yılında Ege Üniversitesi Yabancı Diller Yüksek Okulu Hazırlık Sınıfı’nı, 2004 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nü bitirdi. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans öğrenimini 2007 sonunda tamamlayarak 2008’de aynı bölümde doktora öğrenimine başladı. Halen 2005 yılında göreve başladığı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde Araştırma Görevlisi kadrosunda çalışmaktadır.

EKLER

- Ek 1** I. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.
- Ek 2** II. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.
- Ek 3** III. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.
- Ek 4** IV. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.

Ek-1 I. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.

Uygulama Konuları	Toplam Sulama Suyu (litre/bitki)	Bitki Su Tüketimi (litre/bitki)	Toplam Hasat (kg)
YO ₁	T ₁	45.65	22.46
	T ₂	44.80	22.01
	T ₃	42.47	19.23
	T ₄	42.27	17.84
YO ₂	T ₁	53.77	29.11
	T ₂	51.51	23.32
	T ₃	51.68	19.14
	T ₄	54.52	22.90

Ek-2 II. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.

Uygulama Konuları	Toplam Sulama Suyu (litre/bitki)	Bitki Su Tüketimi (litre/bitki)	Toplam Hasat (kg)
YO ₁	T ₁	84.91	61.45
	T ₂	79.99	54.63
	T ₃	69.85	42.11
	T ₄	73.91	37.22
YO ₂	T ₁	107.72	75.61
	T ₂	98.00	54.36
	T ₃	98.52	58.85
	T ₄	105.09	58.20

Ek-3 III. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.

Uygulama Konuları	Toplam Sulama Suyu (litre/bitki)	Bitki Su Tüketimi (litre/bitki)	Toplam Hasat (kg)
YO ₁	T ₁	56.89	28.49
	T ₂	56.22	26.88
	T ₃	54.05	25.28
	T ₄	61.16	27.32
YO ₂	T ₁	68.29	35.07
	T ₂	64.24	28.71
	T ₃	70.65	37.59
	T ₄	68.68	32.46

Ek-4 IV. Üretim döneminde yıkama uygulamalarında farklı tuzluluk düzeylerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimi ve toplam hasat değerleri.

Uygulama Konuları	Toplam Sulama Suyu (litre/bitki)	Bitki Su Tüketimi (litre/bitki)	Toplam Hasat (kg)
YO ₁	T ₁	47.50	33.93
	T ₂	46.86	31.88
	T ₃	46.20	32.85
	T ₄	50.91	34.80
YO ₂	T ₁	58.42	39.67
	T ₂	56.35	37.20
	T ₃	58.38	38.16
	T ₄	66.07	42.81