

**BİBER YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI  
SU KISITLARININ MEYDANA GETİRDİĞİ  
FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL  
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

**Meltem PITİR**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**  
**Danışman: Doç. Dr. Murat DEVECİ**  
**2015**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİBER YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI SU KISITLARININ MEYDANA  
GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN  
BELİRLENMESİ**

**Meltem PITİR**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Murat DEVECİ**

**TEKİRDAĞ-2015**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Murat DEVECİ danışmanlığında, Meltem PITİR tarafından hazırlanan “Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Levent ARIN *İmza :*

Üye (Danışman) : Doç . Dr. Murat DEVECİ *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Sebnem KUŞVURAN *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİBER YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI SU KISITLARININ MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

**Meltem PITİR**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Murat DEVECİ

Bu araştırmada materyal olarak Jalapeno çeşidi biberi (*Capsicum annuum* var. *annuum*) kullanılmıştır. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 4 sulama uygulaması (% 100: kontrol, % 50: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 50' si, % 25: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 25'i ve % 0: hiç sulama uygulanmayan) uygulanmıştır. Bitkiler Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız plastik serada yetiştirilmiştir. Bitkiler dikimden itibaren ilk bir ay normal kültürel işlemler (çapalama, sulama, gübreleme) yapılarak yetiştirilmiş ve yetiştirme döneminin ikinci ayında kısıtlamalı sulamalara geçilmiştir. Bu aşamada bitkilerin gelişimleri gözlenmiş ve kriter ölçümlerine başlanmıştır. Deneme süresince yaprak zararlanma dereceleri, yaprak sayısı (adet), tek yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>), tek meyve ağırlığı (g), tek meyve çapı (cm), tek meyve boyu (cm), toplam meyve sayısı (adet), toplam meyve ağırlığı (g), bitki boyu (cm), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), toplam klorofil (mg/l), ile yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarları ölçülmüştür. Suyun kısıtlanmasıyla oluşturulan yapay kuraklık stresi Jalapeno çeşidi biberde bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Stres sonrası bitkilerin sadece % 100 (kontrol) uygulamasının normal gelişimini sürdürdüğü ve % 50 sulama oranında sulanan bitkilerin stresten % 25 ve % 0 uygulamalarına oranla çok etkilenmediği gözlemlenmiştir. % 25 uygulamasında ise bitkilerde stresin gözle görüldüğü durumlar oluşmuş, yapraklarda solgunluk, büyüme ve gelişmede azalma ve ilerleyen dönemlerde meyve veriminde düşüşler meydana gelmiştir. % 0 uygulamasının da stresi atlatamadığı büyüme ve gelişmesine devam edemediği, yapraklarda küçülme, solma, kurumunun ortaya çıktığı, meyve veriminin önemli oranlarda azaldığı ve ileri dönemlerde bitkilerin kuruyarak öldüğü gözlenmiştir. Sonuç olarak; yaprak sayısı, tek yaprak ağırlığı, yaprak alanı, tek meyve ağırlığı, meyve çapı, tek meyve boyu, toplam meyve sayısı, toplam meyve ağırlığı, bitki boyu, yaprak oransal su içeriği, toplam klorofil, yaprak su potansiyeli, makro ve mikro besin elementi miktarları kriterlerinde su kısıtlaması meydana geldiğinde ortalamalar azalırken; zararlanma derecesi, yaprak kalınlığı, membran zararlanma indeksi ve yaprak sıcaklıkları kriterlerinde su kıtlığı ortalamaları arttırmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Biber, su stresi, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği

**2015, 85 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **THE EFFECTS OF DIFFERENT WATER APPLICATION ON PHYSIOLOGICAL MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL CHANGES IN PEPPER**

Cherry

**Meltem PITIR**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Murat DEVECI

The cultivar Jalepeno pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) was used in this research. The experimental design was split plot with five replications and four water restriction levels (control, 0%, 25%, 50%) were used. The research was made in a unheated plastic greenhouse at Namık Kemal University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture. After planting, plants were grown in normal growing conditions (hoeing, watering and fertilization) for a month and water restriction treatments were applied from the second month onwards. The plants development and other parameters were recorded. During the experiment leaf damage, number of leaves, weight of leaf (g), leaf thickness (mm), leaf area (cm<sup>2</sup>), fruit number, fruit length (mm), fruit diameter (mm), fruit weight (g), plant height (cm), leaf water content (%), leaf water potential (MPa), leaf cells membrane damages (%), leaf temperature (°C), total chlorophyll (SPAD) and macro and micro nutrients content were measured. Artificial draught stresses made by water restrictions affected the growth and development of plants badly. The normal growth was observed in control (100% water). The plants watered with 50% were affected less than 25% and 0% water treatments. The treatment (25% water) gave noticeable stress symptoms, leaf wilting, reduced growth and development and yield reduction. The treatment (0% water) caused reduced growth, small leaf, wilting, drying, reduced yield and gradually the death of plants. As a result, leaf water content %, total chlorophyll and leaf water potential micro and macro nutrient content were the highest in 100% water treatment. The lowest leaf damage, leaf thickness, membrane damage % and leaf temperature were determined in 100% water treatment as well.

**Key words:** Pepper, water stress, leaf water potential, leaf relative water content

**2015, 85 pages**

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>18</b>
3.1 Materyal.....	18
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1 Denemenin kurulması.....	18
3.2.2 Deneme yeri toprak özellikleri.....	20
3.2.3 Bitkilerin yetiştirilmesi.....	22
3.2.4 Ölçüm, tartım ve gözlemler.....	23
3.2.4.1 Yaprak su potansiyeli (MPa).....	23
3.2.4.2 Yaprak oransal su içeriği (%).....	24
3.2.4.3 Membran zararlanma indeksi (%).....	26
3.2.4.4 Toplam klorofil (SPAD değeri).....	27
3.2.4.5 Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C).....	28
3.2.4.6 Makro ve mikro besin elementi miktarları (% ve ppm).....	28
3.2.4.7 Zararlanma dereceleri.....	29
3.2.4.8 Yaprak sayısı (adet).....	30
3.2.4.9 Tek yaprak ağırlığı (g).....	30
3.2.4.10 Yaprak kalınlığı (mm).....	31
3.2.4.11 Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ).....	31
3.2.4.12 Tek meyve ağırlığı (g).....	32
3.2.4.13 Meyve çapı (mm).....	32
3.2.4.14 Tek meyve boyu (cm).....	33
3.2.4.15 Toplam meyve sayısı (adet).....	33
3.2.4.16 Toplam meyve ağırlığı (g).....	33
3.2.4.17 Bitki boyu (cm).....	34
3.2.5 Verilerin değerlendirilmesi.....	34
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	<b>35</b>
4.1 Yaprak su potansiyeli (MPa).....	35
4.2 Yaprak oransal su içeriği (%).....	38
4.3 Membran zararlanma indeksi (%).....	40
4.4 Toplam klorofil (SPAD değeri).....	42

4.5 Yaprak sıcaklıklarının saptanması ( <sup>0</sup> C).....	44
4.6 Makro ve mikro besin elementi miktarları (% ve ppm).....	47
4.7 Zararlanma dereceleri.....	55
4.8 Yaprak sayısı (adet).....	57
4.9 Tek yaprak ağırlığı (g).....	59
4.10 Yaprak kalınlığı (mm).....	61
4.11 Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ).....	63
4.12 Tek meyve ağırlığı (g).....	65
4.13 Meyve çapı (cm).....	66
4.14 Tek meyve boyu (cm).....	68
4.15 Toplam meyve sayısı (adet).....	69
4.16 Toplam meyve ağırlığı (g).....	70
4.17 Bitki boyu (cm).....	72
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>75</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>77</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>85</b>

## ÇİZELGELER

## Sayfa

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri.....	21
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri.....	21
Çizelge 3.3. Farklı su kısıtlarının biberde şafak öncesi yaprak su potansiyeli ( $\psi\text{şö}$ ) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar (MPa).....	35
Çizelge 4.2. Farklı su kısıtlarının biberde gün ortası yaprak su potansiyeli ( $\psi\text{go}$ ) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar (MPa).....	36
Çizelge 4.3. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	38
Çizelge 4.4. Farklı su kısıtlarının membran zararlanma indeksi (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	41
Çizelge 4.5. Farklı su kısıtlarının toplam klorofil (mg/l) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	43
Çizelge 4.6. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak sıcaklıklarının üzerine etkileri ( $C^0$ ).....	45
Çizelge 4.7. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarının üzerine etkileri ( $C^0$ ).....	46
Çizelge 4.8. Farklı su kısıtlarının makro besin elementleri (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	48
Çizelge 4.9. Farklı su kısıtlarının mikro besin elementleri (ppm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	49
Çizelge 4.10. Farklı su kısıtlarının biberde zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	55
Çizelge 4.11. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	57
Çizelge 4.12. Farklı su kısıtlarının tek yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	59



Çizelge 4.13. Farklı su kısıtlarının yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	61
Çizelge 4.14. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	63
Çizelge 4.15. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	65
Çizelge 4.16. Farklı su kısıtlarının biberde meyve çapı (mm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	67
Çizelge 4.17. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve boyu (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	68
Çizelge 4.18. Farklı su kısıtlarının toplam meyve sayısı (adet) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	69
Çizelge 4.19. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	71
Çizelge 4.20. Haftalara göre toplam meyve ağırlığı (g/bitki).....	72
Çizelge 4.21. Haftalara göre toplam meyve ağırlığı (kg/dekar).....	72
Çizelge 4.22. Farklı su kısıtlarının bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	73

## ŞEKİLLER

## Sayfa

Şekil 3.1. Denemenin kurulması.....	19
Şekil 3.2. Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm.....	22
Şekil 3.3. Isıtmasız plastik serada normal bakım işlemleri.....	23
Şekil 3.4. Scholander basınç odası ile gün ortası yaprak su potansiyeli ölçümü.....	24
Şekil 3.5. Taze ağırlıkları alındıktan sonra yaprakların 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmesi.....	25
Şekil 3.6. Kuru ağırlığı belirlemek için yaprak örneklerinin 65 °C etüvde 48 saat bekletilmesi.....	25
Şekil 3.7. Biber bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında alınan disklerin iyonize su içerisinde bekletilmesi.....	26
Şekil 3.8. Biber bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında alınan disklerin bulunduğu petri kaplarının otoklavda 100 °C'de 10 dakika bekletilmesi.....	27
Şekil 3.9. Konica Minolta SPAD-502 portatif klorofilmetre.....	27
Şekil 3.10. İnfrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model).....	28
Şekil 3.11. Zararlanma derecelerine ait görüntüler.....	30
Şekil 3.12. Tek yaprakların ağırlıklarının hassas terazide ölçülmesi.....	31
Şekil 3.13. Yaprakların tarayıcıdan geçirilmesi.....	31
Şekil 3.14. Tek meyve ağırlıklarının hassas terazide tartılması.....	32
Şekil 3.15. Hasat edilen meyvelerin dijital kumpas ile meyve çapı ölçümü.....	32
Şekil 3.16. Bir hasat döneminde meyve veriminden görünüm.....	33
Şekil 3.17. Toplam meyve ağırlıklarının tartılması.....	34
Şekil 4.1. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak su potansiyeli ( $\psi_{şö}$ ) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları.....	36
Şekil 4.2. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli ( $\psi_{go}$ ) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları.....	37
Şekil 4.3. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına	

etkisi üzerine farklılıkları.....	39
Şekil 4.4. Farklı su kısıtlarının biberde membran zararlanma indeksi (%) ortalamalarının etkisi üzerine farklılıkları.....	41
Şekil 4.5. Farklı su kısıtlarının biberde toplam klorofil (mg/l) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	43
Şekil 4.6. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları.....	46
Şekil 4.7. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları.....	47
Şekil 4.8. Farklı su kısıtlarında biber yapraklarındaki makro besin elementleri (%) farklılıkları.....	48
Şekil 4.9. Farklı su kısıtlarında biber yapraklarındaki mikro besin elementleri (ppm) farklılıkları.....	49
Şekil 4.10. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	56
Şekil 4.11. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak sayısı (adet) ortalamalarının üzerine farklılıkları.....	58
Şekil 4.12. Farklı su kısıtlarının biberde tek yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	60
Şekil 4.13. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	62
Şekil 4.14. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	63
Şekil 4.15. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	66
Şekil 4.16. Farklı su kısıtlarının biberde meyve çapı (mm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	67

Şekil 4.17. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve boyu (cm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	68
Şekil 4.18. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve sayısı (adet) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	69
Şekil 4.19. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	70
Şekil 4.20. Farklı su kısıtlarının biberde bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	73

## SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

MPa	: Megapaskal
$\Psi$	: Psi
$\Psi_{\text{yaprak}}$	: Yaprak su potansiyeli
$\Psi_{\text{şö}}$	: Şafak öncesi yaprak su potansiyeli
$\Psi_{\text{go}}$	: Gün ortası yaprak su potansiyeli
YOSİ	: Yaprak oransal su içeriği
MZİ	: Membran zararlanma indeksi
IRT	: Infrared termometre
EC	: Elektriksel iletkenlik
EBL	: 24-epibrassinolid
dS/m	: Tuzluluk birimi (decisiemens/metre)
ppm	: Milyonda bir
GB	: Glisin betain
POD	: Antioksidant enzim peroksidaz
OSİ	: Oransal su içeriği
YOSK	: Yaprak oransal su kapsamı
ZAE	: Zaman ana etkisi
TUAE	: Tuz uygulaması ana etkisi
NaCl	: Sodyum klorür
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Na	: Sodyum
Cl	: Klor

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmasında, çalışmanın hazırlanması aşamasında her konuda desteğini aldığım, Sayın Doç. Dr. Murat DEVECİ'ye, eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen bütün aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

EKİM, 2015

Meltem PITİR

## 1. GİRİŞ

Yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biri olan su kaynakları küresel ısınma, nüfus artışı, kentleşme gibi problemlerin tehdidi altındadır. Giderek kısıtlı hale gelen su kaynaklarına talep hızla artmakta olup, tarımda kullanılan su miktarı kısıtlanmakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Hızla artan nüfusun gıda ihtiyacına karşın, tarım sektörü bu kıt kaynak için sanayi, kentsel ve çevresel kullanımlar ile rekabet etmektedir. Tüm sektörlerde talep edilen su arttıkça yeraltı suyu tükenmekte, su ekosistemleri kirlenip kalitesiz hale gelmekte ve yeni su kaynaklarının geliştirilmesi günden güne daha pahalı hale gelmektedir (Çakmak ve Gökalp 2011).

DSİ (2001)'e göre ülkemiz, coğrafik konumu ve yapısı nedeniyle çok farklı iklim bölgelerine ve mikroklima alanlarına sahiptir. İklim elemanları ve özellikle üretim üzerinde en büyük etkiye sahip olan yağış faktörü, zamansal ve mekânsal olarak çok büyük değişimler göstermektedir. Türkiye'de yıllık yağış ortalaması 640 mm civarında olmasına rağmen yağış dağılımının düzensizliğinden dolayı birçok bölgede su sıkıntısı ve kuraklık yaşanmaktadır. Bu ortalama yağışa karşılık olarak Türkiye üzerine yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> su düşmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup>'ü buharlaşma ile atmosfere geri dönmekte, 41 milyar m<sup>3</sup>'ü sızma ile yeraltı suyu depolamalarını beslemekte, 186 milyar m<sup>3</sup>'ü ise akışa geçmektedir. Komşu ülkelerden doğan akarsular ile yılda 7 milyar m<sup>3</sup> suyun ülkemiz su potansiyeline dâhil olduğu hesaba katılarak toplam yenilenebilir su potansiyelimiz brüt 234 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır (Şimşek ve ark. 2012).

Meteorolojik faktörlerin zamansal ve mekânsal olarak büyük değişiklikler göstermesi nedeniyle tarımsal üretimde ciddi dalgalanmalar oluşmaktadır. 21. yy 'da beklenen iklim değişikliği, küresel ısınma ve kuraklık afetleri neticesinde, büyük oranda ürün kayıpları meydana geleceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle herhangi bir bölgede tarımsal faaliyette bulunmadan önce o bölgenin iklim yapısı ve üretim riskleri hakkında gerekli bilgilerin edinilmesi bir zorunluluktur. Tarımı etkileyen en önemli meteorolojik faktörler yağış, sıcaklık, rüzgâr, nem, güneşlenme süresi ve şiddeti olarak sayılabilir (Kaplukan 2013).

Nüfus artışı, sanayideki gelişme, çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi faktörlerin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi dikkate alındığında, Türkiye'yi gelecekte çok önemli su sıkıntılarının beklediği söylenebilir. Bu açıdan, suyun etkin kullanımı, yeni su kaynaklarının bulunması sorunun çözümü için büyük önem taşımaktadır. Suyun etkin kullanılması, sulama ile ilgili alışkanlıkların değiştirilmesine, yeni sulama yöntemlerinin kullanılmasına bağlıdır.

Yeni su kaynakları ise geleneksel olmayan suları, yani taban suyunu, drenaj kanal sularını ve seyreltilmiş veya damıtılmış deniz suyunu kapsamaktadır (Kanber ve ark. 2005).

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk 2002).

Bitkiler hareketsiz olduklarından istenmeyen çevresel koşullara maruz kalırlar. Ekstrem sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, ışın, elektromanyetik alan, besin, metal toksitesi, kirlilik ve patojenler, bitki büyümesi, gelişmesi ve ürün verimliliğini önemli şekilde etkilemektedir. Bu istenmeyen çevresel koşullar gerçek ve potansiyel ürün verimi arasında %70'e varan kayba neden olabilmektedir. Bununla birlikte, bitkilerin ekstrem çevresel koşullarını tolere edebilme yeteneklerindeki çarpıcı genetik farklılıklar gözlenmektedir. Tuzlu ve alkali topraklar bitkinin su almasını engeller. Bitkinin topraktan su ve besinleri yeterli miktarda alamaması stres yaratır. Bitkide stres durumu bitki gelişimi, verimlilik ve ürün kalitesinde önemlidir (Köşkeroğlu 2006).

Dünyadaki tarımsal arazilerin dörtte biri kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunduğu; kuraklık, günümüzde, tüm dünyada tarımsal üretimi sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünün 3/4'ü sularla kaplı olmasına rağmen, küresel ısınma nedeni ile belli coğrafik alanlar ciddi su noksanlığıyla karşı karşıya kalma tehlikesi içindedir (Kalefetoğlu 2006).

Kurak şartlarda bitkide fotosentez büyük oranda azalmaktadır. Fotosentez kabiliyeti o bitkideki total yaprak alanı ve her yaprağın fotosentez aktivitesi ile belirlenir. Kuraklık stresi ile total yaprak alanı azalmakta ve dolayısıyla fotosentez yavaşlamaktadır. Kuraklık stresi altında fotosentezin duraklaması iki şekilde olur: fotosentezin stomalar tarafından kontrolü ve stomalar dışındaki faktörlerce kontrolüdür (Çırak ve Esenal 2006).

Su stresi bitkilerin morfolojik, fizyolojik özellikleri, verim ve kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Bu etki bitkinin cins, tür hatta çeşidine, stresin derecesine, sürekliliğine ve bitkinin gelişme çağına göre değişmektedir. Halihazırda Dünya topraklarının % 43'ünde,



tarım alanlarının büyük bir kısmında yağışın az olması nedeni ile kuraklık problemi yaşanmaktadır. Kuraklık bu alanlarla sınırlı değildir. Yağışlı yerlerde dahi yağışın yıl içerisindeki dağılışının düzensizliğinden dolayı da bitki gelişmesi engellenebilmektedir. Sulama ve bitki bünyesinde meydana gelen fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişimlerle kuraklık problemi bir dereceye kadar azaltılabilmektedir. Kuraklık, ekonominin birçok sektörünü etkileyen ve bu etkisini kuraklık yaşanan bölgelerin çok ötesine taşıyan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni de suyun üretimde vazgeçilmez bir unsur olmasından kaynaklanmaktadır. Etkiler doğrudan ya da dolaylı olabilir. Tarımsal ürünlerde, otlaklarda ve ormanlık alanlarda azalma; yangınlarda artma, su seviyesinde düşme, tarım hayvanları ve vahşi hayvanlarda ölüm oranında yükselme, balık türlerinin zarar görmesi veya yok olması kuraklığın direkt etkilerine örnek olarak gösterilebilir (Özer ve ark. 1997).

Bitkiler yaşamlarını sürdürürken topraktan kendileri için gerekli olan besleyici elementleri kökleri vasıtasıyla bünyelerine alabilmektedirler. Toprağın yapısında değişik oranlarda bulunan besleyici özelliğe sahip çeşitli elementlere çimlenme, fide gelişimi, çiçeklenme ve meyve oluşturma safhalarında gereksinim duyulur. Bitkilerin bu elementlerden yeterince faydalanabilmeleri için toprak içinde bulunan suyun miktarının da önemi büyüktür. Çünkü su yetersizliğinde toprakta bulunan bu elementlerin kökler tarafından alınmalarında çok önemli sıkıntılar ortaya çıkmaktadır (Doğan 2006).

Tarımsal üretim alanlarında su eksikliği, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen ve bitkisel verimi sınırlandıran en önemli faktördür. Bitkiler yaşamlarını sürdürürken topraktan kendileri için gerekli olan besin elementlerini kökleri vasıtasıyla bünyelerine alabilmektedirler. Toprağın yapısında değişik oranlarda bulunan besleyici özelliğe sahip çeşitli elementlere çimlenme, fide gelişimi, çiçeklenme ve meyve oluşturma safhalarında gereksinim duyulur. Bitkilerin bu elementlerden yeterince faydalanabilmeleri için toprak içinde bulunan su miktarı oldukça önemlidir (Kılınç 2011).

Bitki kökleri ancak toprak gözeneklerindeki serbest su moleküllerini absorbe edebilir. Zaten su potansiyeli kavramı bir ortamdaki serbest su moleküllerinin bir ölçüsüdür. Yani serbest su molekülleri ne kadar fazla ise su potansiyeli o kadar yüksektir. Su, genellikle su potansiyelinin yüksek olduğu ortamdan düşük olduğu ortama doğru hareket eder. Eğer toprakta çözünen madde miktarı normal ise topraktan bitkiye su alınır. Fakat toprak aşırı gübreli ve düşük su potansiyeline sahip olursa bitki su kaybeder, böylece su stresine maruz kalır ve su alamayıp ölür (Köşkeröğlu 2006).

“Tuzluluk ve bitki toleransı” isimli çalışmada tuzluluk düzeyi arttıkça topraktan bitkinin su alımının zorlaştığından ve su stresi koşullarının oluştuğundan bahsedilmektedir.

Na elementi yüksek ise su filtrasyonunun azaldığı ve yüksek toprak tuzluluğu sonucunda bitkide elementlerin toksik düzeylerde biriktiği, bu durumun besin dengesizliğine sebep olabileceği belirtilmiştir. (Amacher ve ark. 1997).

Sonuç olarak, tarımsal anlamda, kuraklığa karşı oluşturmamız gereken stratejiler şunlar olabilir; Özellikle bitkisel üretimde suyun muhafazası, suyun tarlaya iletiminde kapalı sistemler kullanılması, suyun bitkiye verilmesinde basınçlı (yağmurlama, damla, hareketli yağmurlama) sistemlerin kullanılması, suyun etkin kullanımı, su sıkıntısını içeren sulama programlarının belirlenmesi, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda suyun bitki kok bölgesine verilmesini içeren uygulamalara ihtiyaç vardır. Kuraklığa dayanacak bitkilerin secimi, hatta ve hatta bitki çeşidinin dahi önemli olduğu, toprak yapısı gibi birçok faktör ile ilgili dikkatli seçimler yapılması birim alandan, birim miktarda su ve besin maddeleri kullanımıyla en yüksek bitkisel verim alınacağı sonucuna varılmıştır (Kayabaşı 2011).

Dünyada sanayi biber tüketiminde önemli yeri olan Jalapeno biberinin anavatanı Meksika olup Türkiye’de yaygın olarak tarımı yapılmamaktadır. Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sınırlı alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır (Oğuz ve ark. 2012).

Özellikle Ege bölgesinde sulana bölgelerde Jalapeno çeşidi yöre halkı tarafından Pazar değeri yüksek olan bu çeşidin yetiştiriciliğini yapılmaktadır. Ancak yüksek bölgelerde ve özellikle susuz alanlarda yetiştiriciliği konusunda detaylı bilgiler bulunmamaktadır. Bu amaçla kurak bölgelerde bu çeşidin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ve kurağa dayanıklılığının belirlenmesi yetiştiriciler için çok faydalı olacaktır.

Araştırmamızda Meksika orijinli Jalapeno biber çeşidi kullanılmış olup, farklı su kısıtlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik morfolojik ve kimyasal değişiklikler belirlenmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Çelik (2014), ısıtmasız plastik serada yürüttüğü araştırmada materyal olarak yer kirazı (*Physalis peruviana* L.) kullanmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 5 su kısıtı (kontrol % 0, % 25, % 50 ve % 75) uygulanmıştır. Sulama oranlarının kısıtlanmasıyla oluşturulan yapay kuraklık stresi yer kirazında bitki büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemiştir. Stres sonrası bitkilerin sadece % 100 (kontrol) ve % 75 sulama oranında sulananların stresten etkilenmediği % 0, % 25 ve % 50 oranında sulanan bitkilerin ise stresi atlatamadığı büyüme ve gelişmesine devam edemediği tespit edilmiştir.

Pouyafard (2013), çalışmasında farklı sulama düzeylerinde fizyolojik ve morfolojik özellikler dikkate alınarak zeytin fidanlarının kuraklık stresine karşı tepkisini incelemiştir. Bu amaçla; konular, bitki su tüketiminin %100 (I100), %66 (I66), %33 (I33)'ü kadar su uygulanması ve bir konuda hiç su verilmemesi(I0) şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre morfolojik parametreler açısından konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Fizyolojik parametrelerden klorofil içeriği açısından konular arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Yaprak ve hava sıcaklığı farkı, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Yandım (2013), nohut genotipleri ile yaptığı çalışmada kuraklık stresi sırasında su potansiyelinin belirgin bir şekilde azaldığını gözlemiştir. Benzer şekilde çalışmada hem kültür hem de yabani nohut türlerinde kuraklık stresi ile birlikte su potansiyelinde önemli bir azalma meydana geldiğini gözlemiştir.

Mirabad ve ark. (2013) cantaloupe (kavun) (*Cucumis melo* L.) bitkisinin gelişim, verim ve şeker içeriği üzerine su stresinin etkilerini inceledikleri bir çalışmada artan sulama seviyelerinin meyve verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Kaya ve Daşgan (2013), erken bitki gelişmesi aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması çalışmasında şunları ortaya koymaktadır: Tuz ve kurak koşullardaki fasulye genotiplerinde yaprak sayısı bakımından % değişimlere göre bir değerlendirme yapıldığında genel ortalamaya bakılarak 2 stres arasında yaklaşık % 10'luk bir fark görülmektedir. Kuraklık stresi fasulye genotiplerinde % 63.72 oranında bir kayba sebep olmasına rağmen tuz stresinde bu oran % 54.01 olarak belirlenmiştir. Yaprak sayısının kuraktan biraz daha fazla etkilendiği söylenebilir. Yaprak sayısı bakımından, tüm genotiplerin ortalamasına bakıldığında kuraklık stresi sonucu

genotipler 2.55 adet/bitki değerini almış olup, tuz stresi sonucu genotipler yaprak sayısı bakımından 3.28 adet/bitki değerini alarak kontrol bitkilerine (7.31 adet/bitki) göre her iki strete de azalma olduğu kaydedilmiştir. Aynı çalışmada tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında klorofil değerleri, kuraklık stresi ve tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde artış göstermiştir. Ancak tuz koşullarında yetiştirilen bitkilerde bu artış daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Bu durumda klorofil değerleri açısından tuz stresi fasulye genotiplerinde ortalama % 6.05 oranında artış gösterirken, kuraklık stresi fasulye genotiplerinde genel olarak ortalama % 37.88 oranında artış göstermiştir.

Gözüaçık (2013), çalışmasında 2012 yetiştirme döneminde saksılarda yetiştirilen kişniş bitkilerine uygulanan su stresinin büyüme parametrelerine, meyve yağ asidi ve besin elementi içeriğine etkilerini araştırmıştır. Tohumların çimlenmesini takiben, fidelerin bir aylık büyüme sürecinden itibaren, bitkiler % 100 kontrol, % 50 orta su stresi ve % 25 ağır su stresi gruplarından oluşan üç farklı su rejimine maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ağır su stresinde bitkide büyümenin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Meyve sabit yağındaki ana bileşenlerin oleik asit, stearik asit, palmitik asit ve linoleik asit olduğu, su stresinin meyvede oleik asit oranının azalmasına yol açtığı, palmitik asit oranını ise arttırdığı tespit edilmiştir. Mineral madde analizi sonucunda ise; farklı bitki kısımlarında K içeriğinde değişiklik ortaya çıktığı; Na, Mg ve Ca içeriğindeki değişimin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

Çetinkaya (2013), yüksek sıcaklığa toleranslı (Redlands Hope ve Camarosa) ve hassas olduğu belirlenen (Festival ve CG3) ilek çeşitlerinde kuraklık ve bunu takiben geri kazanım uygulamalarının fizyolojik ve moleküler etkileri üzerinde çalışmıştır. Çalışmada ilek çeşitlerinin frigo fideleri 8 hafta boyunca (5-6 yapraklı oluncaya kadar) serada yetiştirildikten sonra, yapay kuraklık koşulları oluşturmak amacıyla bitkiler 15 gün boyunca % 10'luk Polietilenglikol 6000 (PEG) ile sulanmıştır. Daha sonra bitkilere iki hafta boyunca PEG'siz sulama suyu verilerek geri kazanım aşaması gözlenmiştir. Daha sonra bazı kriterler llmştir. Klorofil miktarı da bu kriterlerden biridir. Araştırma sonucuna göre klorofil miktarı bakımından kuraklık ve geri kazanım uygulamaları değerlendirildiğinde kuraklığın 4 ilek çeşidinde de klorofil miktarını arttırdığı grlmştir. Geri kazanım süreci sonunda ise klorofil miktarı tekrar düşerek Camarosa ve R. Hope eşitlerinde kontrol seviyelerinde olurken diğer 2 çeşitte kontrol seviyesinin de altına dşmştir. Bu durum yüksek sıcaklık stresine de daha toleranslı olan çeşitlerin kuraklık stresini de daha iyi kontrol edebildiklerini işaret etmektedir.

Yıldırım (2012), biber bitkisinde gerçekleştirdiği su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında kısıtlı su uygulamasında yaprak alan indeksini en düşük, %100 sulama yapılan konuda ise en yüksek olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada yaprak su içeriği değerleri için gün boyu saatlik ölçüm yapılmış ve gün içerisindeki değişim ölçülmüştür. Sonuç olarak sulama miktarına göre yetiştirme dönemi içerisinde yapılan ölçümlerde yaprak su içeriğinin etkilendiği görülmüştür. Elde edilen yaprak su içeriği değerleri, sulama konularına bağlı olarak istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir. Yaprak su içeriği, vejetatif dönemde %273-356, çiçeklenme döneminde %222-325 ve tane dolumu-hasat döneminde %117- 247 arasında değişmiştir.

Su stresine bağlı olarak yapraklarda azot içeriğindeki artış bitkilerin su stresi etkilerine dayanmalarını sağlamak için ihtiyaç duyulan aminoasit ve proteinlerin sentezi için yapraklara gönderilen nitrojen hareketliliğinden dolayı olabilmektedir (Osuagwuve Edeoga 2012).

Kavunda kuraklığa tolerans bakımından genotipel farklılıklar (tür içindeki varyasyonun zenginliği) ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla çalışmada görsel skala değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığı ve farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği ve tüm genotiplerin değişen oranlarda kayıplara maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte tolerant olduğu düşünülen genotiplerde oluşan bu kayıplar hassas genotiplere oranla daha düşük oranlarda seyretmiştir. Bu çalışmada incelenen parametreler arasında özellikle bitki yaş ve kuru ağırlık, 0-5 skala değerlendirmesi ile membran zararlanma indeksi ön seçim aşamasında önemli birer tarama faktörü olabileceği görülmüştür. Kavun türü içinde kuraklık stresine tolerans bakımından genotipler arasında önemli bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir (Kuşvuran ve Abak 2012).

PGPR aşılması ile şeker pancarı yapraklarının makro ve mikro element içeriği artmış ve enzim aktivitesi değişmiştir (Karagöz 2012).

Işık (2012), biber bitkisinde yaptığı kuraklık çalışmasında sulama suyu miktarı azaldıkça suda çözünebilir kuru madde miktarı değerlerinde artış meydana geldiğini belirtmiştir. Aynı zamanda sulama suyu miktarı azaldıkça meyve boy, çapı ve ağırlığında da azalmaların meydana geldiğini savunmuştur. Bununla beraber Her sulamada verilen su miktarına göre yaprak alanları ve kök uzunlukları artış göstermiştir.

Erken (2012), brokoli bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde karşılaştığı su stresine bağlı olarak oluşan morfolojik ve kimyasal değişimleri incelemiştir. Vejetasyon boyunca sabit olarak ve farklı gelişme dönemlerinde (erken vejetatif, geç vejetatif ve çiçeklenme dönemleri)

uygulanan değişik seviyelerdeki (%80, %60, %40 ve %20) sulama suyu miktarlarına karşı; tesadüf parselleri faktöriyel deneme düzeninde 5 tekerrürlü yürütülerek 3 yıl devam eden çalışma sonuçlarına göre verim kayıpları ve fizyolojik bazı değişimler belirlenmiştir. Bu bağlamda, toplam klorofil miktarı (mg/100g), indirgen ve toplam şeker (mg/100g), toplam glikosinolat miktarı (µmol/g), içsel prolin miktarları (µmol/g), Vitamin C, A ve E miktarları (mg/100g) tespit edilerek, su stresi koşullarının bitki üzerindeki etkilerinin yanı sıra, verim ve kalitede oluşacak kayıplar saptanarak, suya hassas olan brokoli bitkisinin tüm yetiştirme dönemi boyunca gereksinim duyduğu sulama suyu miktarı belirlenmiş ve optimum su ihtiyacı saptanmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde verimdeki önemsiz kayıplara göre su kısıntısının uygulanabileceği en uygun dönemin erken vejetatif dönem, bitkinin su stresine karşı en hassas olduğu dönemin ise çiçeklenme dönemi olduğu belirlenmiştir.

Ekşi (2012), fide ile üretimin tercih edilmesinin nedenleri şöyle belirtmiştir:

- Fide ile yetiştiricilikte tohum miktarı azalmaktadır.
- Toprak koşulları tohumla ekime uygun olamamaktadır.
- Yazlık sebzeler erken ilkbahar döneminde düşük sıcaklık riskinden korunmaktadır.
- Fide ile yetiştiricilikte bitkilerin normal yetiştirme yerlerinde kalma süreleri kısalmır. Böylece arazinin boş kaldığı dönemlerde başka ürünler yetişmiş olur, topraktan yılda bir yerine iki, iki yerine üç ürün alınabilir ve araziden tasarruf sağlanır.
- Erkencilik sağlanır, bitkiler yetiştirme periyotlarının bir bölümünü fidelikte geçirdiklerinden tarlaya çıktıklarında belli bir büyüklüğe gelmiş olurlar.
- Doğrudan tohum ekimi ile yapılan yetiştiricilikte sıcaklığın düşük olması, yağışlar gibi faktörlerle tohumların bir bölümü çimlenmeyebilir, fide ile yetiştirmede bu olumsuzluk ortadan kalmaktadır. Düşük, düzensiz çimlenmeyi ve çıkışı önlemektedir. Böylelikle homojen üretim sağlanmış olur.

Ekşi (2012) aynı zamanda yetiştiricilikte iyi fide kullanımının önemini ve iyi bir fidenin özelliklerini şöyle belirtmiştir: Hem verimi arttırmak hem de kaliteli bir ürün elde etmek için kaliteli bir fide ile üretime başlamak gerekmektedir. Fidelerin bütün kısımları sağlıklı ve sağlam olmasına dikkat edilmelidir. Diri, kuru maddece zengin, fidelerin tümü aynı büyüklükte ve gelişme döneminde olmalıdır. Fideler çok fazla boylanmamalı ve kalın ve kuvvetli olmalıdır. Kök sistemi tam ve sağlam olmalı, üzerinde bir miktar toprak bulunmalıdır. Fazla genç ve fazla yaşlı olmamalıdır.

Demirel ve ark. (2012), Yarı kurak iklim bölgesinde yetiştirilen biberin (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) farklı sulama uygulamalarının verime, kalite parametrelerine, bitki su tüketimine, su kullanım randımanına ve sulama suyu kullanım randımanına etkilerini araştırmışlardır. İki yıl birden dikkate alındığında, pH dışındaki kalite parametrelerinde (tek meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve eti kalınlığı ve suda çözünür kuru madde miktarı) konulara göre farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tatar (2011), bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kuraklık stresine dayanıklılığın fizyolojik denetimi ve verim unsurları ile ilişkileri konusunda çalışma yapmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Sagittario çeşidi kontrol koşullarında en yüksek verime sahipken (436.6 kg/da), kurak koşullarda en yüksek oranda verim kaybına uğramıştır (% 61.2). Cumhuriyet (353.2 kg/da) ve Basri Bey (363.1 kg/da) çeşitleri ise kurak koşullarda en yüksek verime sahip olmuşlardır. Kuraklık uygulaması ile tüm çeşitlerde klorofil pigment içeriğinde azalma gözlenirken, prolin ve malondialdehit içeriğinde artış belirlenmiştir.

Tuz ve kurak koşullar altında yetiştirilen bitkilerin bitki boyu ve yaprak sayısı parametreleri, her iki stres koşulunda da azalma göstermiştir. Her iki stres koşulunda da tuz stresindeki azalmalar kuraklık stresine oranla daha yüksek çıkmıştır (Süyüm 2011).

Köse (2011), 38 farklı kabak genotipinde kuraklığa toleransı belirlemek amacıyla çalışmıştır. Çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir. Kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkileri kök ağırlıkları kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Buna karşı gövde ve yaprak ağırlıklarında ise azalmalar olduğu görülmüştür. Yine yaprak sayısı bakımından neredeyse genotiplerin tamamında azalma meydana gelmiştir. Nispi su içeriği bakımından da genotipler arasında farklılıklar olurken kuraklık uygulanan bitkilerin büyük çoğunluğu kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Kuraklık uygulanan kabak bitkilerin klorofil miktarları kontrol bitkilerine göre bazılarında değişmezken bazılarında düşüşler olduğu görülmüştür.

Kuraklık stresi sonucunda yeşil aksam, kök yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boyu, bitki çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği, genotiplerin değişen oranlarda kayıplar ile karşı karşıya kaldığı görülmüştür (Kuşvuran ve ark. 2011).

Kayabaşı (2011), kuraklığın soyada bazı fizyolojik parametrelere etkisini araştırmıştır. Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerin stomalarını kapatarak fotosentez aktivitesini en düşük seviyeye indirdiği, bunun strese karşı koruyucu bir mekanizma olduğu, stoma hareketlerinin yapraktaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaya (2011)'de incelenen fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri bakımından geniş bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir. Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Kaya (2011)'de evapotranspirasyon değeri arttıkça yaprak alanının da arttığı anlaşılmaktadır. Evapotranspirasyon ile yaprak alanı arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yaprak su içeriğinin zamanla azalmasına karşın yaprak alanının da azaldığı ve aralarında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

İspanağın gelişim dönemleri bakımından, erken döneme denk gelen kuraklık daha düşük stres seviyelerinde atlatılırken, ilerleyen dönemlerde stres seviyesi gittikçe artmış, buna rağmen genç dönemde atlatılan kuraklık stresi bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Hasat döneminde oluşacak bir su stresinde ise stres sonrası bitkilerin sadece kontrol ve % 75 sulama oranında sulananların stresten etkilenmediği % 0, % 25 ve % 50 oranında sulanan bitkilerin ise stresi atlatamadığı büyüme ve gelişmesine devam edemediği tespit edilmiştir (Deveci ve Uyan 2011).

Arslan (2011), biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerine yapılan 24-epibrassinolid (EBL) uygulamalarının erken fide döneminde kuraklık stresine karşı tolerans kazanması üzerine etkilerinin ve en etkili uygulama metodunun saptanması üzerinde çalışmıştır. Fide döneminde kuraklık stresine karşı toleransı arttırmak amacıyla biber fideleri farklı yöntemlerle (yapraktan ve topraktan uygulama) ve farklı konsantrasyonlarda (0, 0.01, 0.1 veya 1 µM) EBL ile muamele edilmiş ve sonrasında bir hafta sulanmayarak kuraklık stresine tabi tutulmuştur. Kuraklık stresine maruz kalan biber fideleri ile maruz kalmayanlar kıyaslandığında stresin bitkilerde olumsuz etkileri yaprak alanında meydana gelen şiddetli azalmalar ile kendini göstermiştir. Fakat yapılan EBL uygulamaları ile stresli koşullarda yetiştirilen bitkilerin yaprak alanları uygulama yapılmamış bitkilerle kıyaslandığında artmıştır. En yüksek artış kontrol bitkileriyle kıyaslandığında yaklaşık % 20 ile 1 µM EBL uygulanmış bitkilerde olduğu görülmüş fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Altunlu (2011), sırık domates yetiştiriciliğinde, kuraklık stresine karşı farklı anaçlar üzerine aşılı fide kullanımının etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda kuraklık uygulamasının tüm parametreleri olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur. Dayanıklı anaç kullanımı tüm parametrelerdeki olumsuzluğu azaltmıştır.

Topaloğlu (2010), Chili biber çeşidinde yaptığı tuz stresi çalışmasında klorofil b miktarı bir kriter olarak ele alınmıştır. Tüm çeşitlerin kontrol gruplarının klorofil b miktarı



hasat sonu dönemde hasat öncesi döneme göre gelişim boyunca artmış, fakat artan tuzlulukla birlikte hepsinin miktarlarında çarpıcı azalmalar olmuştur.

Tuz ve kuraklığın kavun genotiplerinde bitki büyüme ve gelişmesini engellediği, kavun genotiplerinin stres faktörlerine karşı farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Özellikle CAT ve GR enzim aktiviteleri ile sitrullinin kavunlarda tuz ve kuraklığa toleransta oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında tuz ve kuraklık streslerinin benzer mekanizmaları harekete geçirdiği, iyon regülasyonu ve enzimatik değişimler çerçevesinde kavun genotiplerinin tuz stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir (Kuşvuran 2010).

Köksal ve ark. (2010), çalışmalarında bodur yeşil fasulyede sulama zamanının belirlenmesinde kullanılmak üzere sınır yaprak su potansiyeli (YSP) ve bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerini belirlemiştir. Bu amaçla altı farklı sulama seviyesine sahip bir arazi denemesinden elde edilen toprak su içeriği, YSP ve bitki örtü sıcaklığı verileri kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre YSP ve CWSI yeşil fasulyede su stresini ortaya koymada oldukça başarılı bulunmuştur.

Ecem (2010), üç mısır genotipinde (FR 13, FRB 73, TTM 815) gerçekleştirdiği 2,5 ve 8 gün boyunca uygulanan kuraklık denemesinde bazı kriterler üzerinde şu sonuçlara ulaşmıştır: Kuraklık stresi, gövde boyu üzerine her üç genotipte de önemli bir inhibisyona sebep olmazken, TTM 815 ve FR 13 genotipinin kök büyümesi diğer genotipe göre daha fazla etkilemiştir. Bu yüzden toplam bitki uzunluğundaki azalma kök boyundaki azalmadan kaynaklanmıştır. Yaprak dokularındaki su içeriği kuraklık stresi altında neredeyse devamlı bir şekilde azalırken taze ve kuru ağırlıkta artış olmuştur.

Çamoğlu (2010), su stresine bağlı olarak tatlı mısırdaki fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin, su tüketiminin ve yaprak düzeyindeki spektral yansılardan elde edilen spektral indekslerin değişimini ve spektral indeksler ile bitkinin fizyolojik ve morfolojik özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur. Sonuç olarak mısır bitkisinin su stresine karşı oldukça duyarlı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Yurtyeri (2009), gerçekleştirdiği çalışmada sera iç ve dış koşullarında yetiştirilen ıspanağın farklı tuzluluk ve su stresi koşullarında tepkisinin belirlenmesi konusunda bazı veriler elde etmiştir: Denemenin su stresi veya sulama rejimi kısmında, dört farklı sulama suyu düzeyi uygulama olarak seçilmiştir. I<sub>1</sub> ve I<sub>2</sub> kısıntılı, I<sub>3</sub> tam ve I<sub>4</sub> aşırı su uygulamalarını temsil etmektedir. Sera dış ortam koşullarında su kısıdı denemesinde ıspanağın bitki başına yaprak sayıları kısıt konularına göre istatistiksel olarak önemli düzeyde değişim göstermiştir. Bu denemede bitki başına ortalama yaprak sayısı 11,3 adet, en fazla sayıda yaprak (11,7 adet) I<sub>1</sub> konusunda ve en az yaprak (10,4 adet) I<sub>3</sub> konusunda belirlenmiştir.

Oliveira Neto ve ark. (2009), sorgumda çalıştıkları kuraklık stresi sonucunda klorofil içeriğinin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Etchebarne ve ark. (2009)'da farklı kuraklık koşullarının asma bitkisinin besin elementleri üzerindeki etkisi incelenerek kalsiyumun bitkide bağımsız olarak biriktiği gözlenmektedir ve su stresi altındayken kalsiyumun birikim miktarında azalmalar meydana gelmiştir.

Yağmur (2008), kuraklık stresinin etkilerini araştırmak için 5 Amerikan asma anacı (1103 P, 110 R, 140 Ru, 41 B, 1613 C) ve 3 yerli şaraplık asma çeşidi (Kalecik karası, Çal karası, Boğazkere) kullanılmıştır. Bu nedenle, köklenmiş gövde çelikleri, (2:1:1:1:1) oranında talaş: toprak: torf: gübre: perlit: çam kabuğu içeren plastik torbalarda (yaklaşık 700 ml) yetiştirilmiştir. İki ay sonunda, bitkiler iki ayrı gruba bölünmüş ve 10 gün boyunca kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. İlk grup (kontrol bitkileri) düzenli olarak tarla kapasitesinde sulanmış, ikinci grup (stres bitkileri) ise bu süre boyunca sulanmamıştır. Araştırmaya göre kuraklık stresinin fotosentetik verim üzerine etkisine bakılarak elde edilen sonuçlar irdelendiğinde, kuraklık stresi uygulanan bitkilerde fotosentetik verimin kontrole göre değişiminin, uygulamaya göre farklılık gösterdiği belirlenmiş, fakat çeşit ve çeşit-uygulama interaksiyonunda önemli farklılık bulunmamıştır.

Kutikulanın varlığı, epidermisten su kaybını azaltmaktadır (kutikular transpirasyon). Mumlar, hem yüzeyde hem de kutikulanın iç tabakalarında birikirlerse de, içteki tabaka, su kaybının denetlenmesinde daha önemlidir. Ayrıca kutikulanın kalınlığının artması CO<sub>2</sub>'e geçirgenliği de azaltır; ancak kutikulanın altındaki epidermis hücreleri fotosentez yapmadığından yapraktaki fotosentez bundan etkilenmemektedir. Bununla birlikte, kutikuladan yapılan transpirasyon toplam yaprak transpirasyonunun yalnızca %5 ila % 10'u kadardır. Bu nedenle, kutikular transpirasyon yalnızca stres çok şiddetli olduğunda ya da kutikula zarar gördüğünde (örneğin, rüzgârın sürüklediği tozlardan) önemlidir (Taiz ve Zeiger 2008).

Özpay (2008), Anadolu'nun çeşitli bölgelerinden toplanan ve *Phaseolus vulgaris* L. türüne ait olan Gevaş Bodur64 (GB64), Samsun100 ( S100), Samsun95 (S95), 4F-89 Fransız (4F-89), Gevaş Sırık57 (GS57), Gevaş Sırık26 (GS26), Samsun96 (S96), Sırık Barbunya (SB), Kırkgünlük (KG), Oturak Barbunya (OB) gibi fasulye genotiplerinin kuraklık stresine tolerans mekanizmalarını ve kurağa toleransta kullanılabilecek etkin seçim parametrelerini incelemiştir. Kuraklık stresinin fasulye genotiplerinin yaprak nispi su içeriği ve toplam klorofil miktarı üzerine etkisi araştırılmış stres durumunda en hızlı ve en fazla zarar gören organ olan fasulye yapraklarının klorofil miktarları incelendiğinde, kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış kontrol grubu bitkilerin klorofil miktarları genotiplere göre farklı

bulunmuştur. Kuraklık uygulanan bitkilerin klorofil miktarları genelde azalırken, OB ve GS26 genotiplerin klorofil miktarları kontrol bitkileriyle aynı değer aralığında çıkmıştır. Kuraklık uygulanan bitkilerin klorofil miktarları kontrol bitkilerine göre bütün genotiplerde azalma göstermiştir.

Karpuzda yapılan kuraklık stresi çalışmasında bitki bünyesinde K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini görülmüştür (Nasri ve ark. 2008).

Kuşvuran ve ark. (2008), 100 mM tuz uygulanan *Cucumis* sp. genotiplerine ait bitkilerin yapraklarında  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  iyon miktarı, lipid peroksidasyon ve klorofil miktarı bakımından ortaya çıkan değişimleri incelemiştir. Çalışmada iki adet tuza toleransı yüksek ticari çeşit (Galia C8 ve Galia F1), üç adet orta düzeyde tolerant yerel çeşit (Besni, Midyat ve Şemame), iki adet hassas kavun çeşidi (Ananas ve Yuva) ile bir adet acur hattı (*C.flexuosus*) kullanılmıştır. Tuz uygulanan genotiplerde kontrol bitkilerine göre  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarında önemli düzeyde artışlar meydana gelirken,  $K^+$  iyonunda ise azalma görülmüştür. Hücre zarı hasarı göstergesi olan lipid peroksidasyon ürünü MDA miktarı, tuz stresi altında hassas genotiplerde artış göstermiş; buna karşılık klorofil miktarlarında değişen oranlarda kayıplar meydana gelmiştir. Çalışma sonucunda özellikle  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyon miktarlarının tuza tolerant ve hassas kavun genotiplerinin belirlenmesi açısından etkin bir parametre olabileceği görüşüne varılmıştır.

Bamyada kuraklık stresi karşısında genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada görsel skala (0-5 skalası) değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığı ve farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).

Abdalla ve El-Khoshiban (2007) buğdayda yaptıkları kuraklık stresi çalışmalarında stres sonucu gövde boyunun % 43-58 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Van den Berg ve Zeng (2006)'da değişik düzeylerde oluşturulan kuraklık stresi ortamında yetiştirilen üç çim çeşidinde artan stres düzeyi ile birlikte çimlenme süresi artmış buna karşılık çimlenme oranı azalmıştır.

Köşkeroğlu (2006), tuz ve su stresi altındaki mısır bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması çalışmasında tuz ve su stresinin; mısır bitkisinde yaş ve kuru ağırlık, bitki boyu ve gövde çapı üzerine de olumsuz etki yarattığını ortaya koymuştur.. Ortam tuzluluğu bitkinin su almasını zaten engellerken, buna ilaveten yaratılan su stresi koşulları, bitkinin besin çözültüsünden su ve gerekli mineral maddeleri yeterli miktarda alamamasına neden olmuş ve bu durum bitki gelişimini geriletmiştir. Aynı zamanda bu

koşullar birçok bitkide büyümede gerileme yanında, verimlilik ve ürün kalitesi üzerine de olumsuz etki yaratmıştır.

Sulama suyu yönetiminde infrared termometre ve spektrometre gibi uzaktan algılama araçlarının kullanımı için bu cihazların kullanıldığı arazi denemelerinin sonuçlarına gereksinim vardır. Sulama suyu uygulama zamanı ve miktarına karar vermede kullanılan yöntemlerin çoğunluğu toprak su içeriğine dayanmaktadır. Topraktaki nem koşullarının izlenmesi ise zordur ve büyük alanların temsili çoğu zaman imkansızdır. Ayrıca toprakta tuzluluk gibi farklı koşulların varlığı, yeteri kadar su bulunmasına rağmen bitkinin bu sudan yararlanmasını engellemektedir. Uzaktan algılama gibi bitki izlemeye dayalı yöntemler kullanılarak, bitkide meydana gelen su stresinin neden olduğu belirtilerin büyük alanlarda da pratik bir biçimde ortaya koyulması olanaklıdır (Köksal 2006).

Kalefetoğlu (2006), tüm dünyada tarımsal üretim için önemli bir problem olan kuraklık stresine dayanıklı ve değişik ekolojik bölgelere adapte olabilecek uygun nohut çeşit ve hatlarını belirlemek ve kuraklığın bitki büyümesi üzerindeki etkisi ile kuraklığa karşı oluşturulan içsel savunma mekanizmaları (prolin içeriği ile antioksidant enzim aktivitelerindeki değişim) arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Çalışmada kuraklık stresinin süresindeki artışa bağlı olarak serbest prolin içeriği önemli derecede artış göstermiştir; ancak genotipler arasında kuraklık stresine bir cevap olarak prolin birikimi açısından önemli bir fark belirlenmemiştir.

Güzel (2006), absisik asit (ABA) ve/veya kalsiyum ( $Ca^{2+}$ ) uygulamalarının kuraklık stresi koşullarında bazı fizyolojik parametreler (kök uzunluğu, gövde uzunluğu, oransal su içeriği (OS<sub>r</sub>), klorofil içeriği), antioksidant savunma sistemi (antioksidant enzimler, askorbat, pigment içerikleri) ve lipid peroksidasyonu üzerine etkileri *Lycopersicon esculentum* Mill. ve *Lycopersicon chilense*'de (LA1972, kuraklığa toleranslı) incelemiştir. Bitkilere stres uygulamasından önce 10 mM  $CaCl_2$  çözeltisi verilmiştir. Ayrıca stresin ilk üç günü ABA ve ABA+  $Ca^{2+}$  uygulanacak grubun yapraklarına 10<sup>-5</sup> M ABA çözeltisi püskürtülmüştür. Uygulamanın birinci ve besinci gününde bitkilerden analiz işlemleri için örnekler alınmıştır. Kuraklık stresinin kök ve gövde büyümesi kriterinde etkisi şöyle gerçekleşmiştir: Hem kök hem de gövde büyümesi bütün uygulama gruplarında her iki domates türünde de kontrollere göre azalmıştır. Bulgulara göre kuraklık stresi koşullarında  $Ca^{2+}$  uygulaması her iki bitki türünde de kök ve gövde uzunluğunu arttırmıştır. Bulgulara göre özellikle kuraklık stresinde kök ve gövde uzunluğunda belirgin bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Doğan (2006), iki farklı su stresi seviyesinin (orta ve şiddetli) *Phaseolus vulgaris* L. üzerine olan etkisi araştırmıştır. Büyüme parametrelerine ait bitki boy uzunluğu, yaprak

sayısı, yaprak alanı, yaprak, gövde ve köklerin yas ve kuru ağırlık verileri artan susuzluk seviyelerinde azalmıştır. Şiddetli su stresinin sonucu olarak kök kuru ağırlıkları hariç olmak üzere düşen tüm değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Kuraklığa dayanım bakımından bitkiler arasında geniş bir varyasyon mevcuttur. Soya mezofit bir bitki olmakla birlikte özellikle bazı gelişme dönemlerinde yaşanan kuraklık stresi verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır (Çırak ve Esendal 2006).

Türkan ve ark. (2005), kuraklık stresi ile yaprak oransal su içeriği değerinde azalma meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Şehirali ve ark. (2005), damla sulama yöntemi ile sulanan kuru fasulyenin su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, bitkiye tükettiği su miktarının % 0, 25, 50, 75 ve 100' ün karşılandığı beş farklı sulama programı uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı koşullarda, fasulye bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi 732 mm olarak ölçülmüştür. Elde edilen tane verimleri, uygulanan toplam sulama suyu ve mevsimlik bitki su tüketimi ile doğrusal ilişkiler göstermiştir.

Mahajan ve Tuteja (2005)'e göre; stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha az yaprak sayısı ve yaprak alanı oluşturduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısı ve alanı bakımından kurak koşullarda kontrollerine en yakın değerler 196, 107, 208, 305 (% 9-13) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Bunun yanında kontrol bitkilerine oranla en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise 2, 3, 40 ve 52 (% 44-63) olarak sıralanmıştır. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir.

Dichio ve ark. (2005)'da iki yaşındaki zeytin fidanları üzerine yaptığı çalışmada 13 günlük kuraklık stresinden sonra elde edilen yaprak su potansiyeli değerleri kontrol konusu için -450kPa, az stres gören bitki için -650kPa, orta stres gören konu için -3250kPa ve tam stres gören konu için -5350kPa olarak saptanmıştır.

Sanchez ve ark. (2004)'te kuraklık stresinde bezelye epikotillerinin gelişiminde önemli azalmalar olduğu bildirilmiştir.

Çeçen (2004), kuraklık stresine maruz bırakılan mısır bitkisi yapraklarına eksojen olarak uygulanan Naftalen Asetik Asit (NAA), Absisik Asit (ABA) ve Jasmonic Asit (JA)'in bitkinin morfolojisine, kuru ağırlık oranlarına, stomaları üzerine, endojen hormon seviyelerine, proteinlere, klorofil ve karotenoid miktarlarına etkilerini tespit etmiştir. Yapılan uygulama ve analizler sonucunda kuraklık stresine en iyi toleransın ABA uygulanan bitkilerde, en düşük toleransın ise JA uygulanan bitkilerde olduğunu tespit etmiştir.

Choluj ve ark. (2004), şeker kamışında yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda yaprakların YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla %3-4 oranlarında azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Mishra ve ark.(2002), domateste yaptıkları çalışmada tolerant çeşitlerin su kısıntısının olumsuz etkilerini azalttığını klorofil düzeyi ile ispatlamışlardır.

Ca iyonunun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlandırılmasına neden olmaktadır (Kiegle ve ark. 2000).

Roberts (1998)'e göre bitkilerin su stresine erken cevabı filiz büyümesinin inhibasyonu şeklindedir.

Fan ve Blake (1994), kuraklık stresi sonucu membran zararlanmasının arttığını bildirmişlerdir.

Mitchell ve ark. (1991) domates bitkisiyle yaptığı bir çalışmada su kısıntısının meyve suyu birikimini ve taze meyve verimini azalttığını bildirmiştir.

Demir eksikliği ile protein sentezi dolayısıyla klorofil oluşumu inhibe olmaktadır ve yeni klorofil sentezi olmadığı içinde yapraklarda meydana gelen sarı renk yeşile dönüşmemektedir ve olay geriye dönüşümsüzdür (Jacobson ve Oertli 1956).

Arnon ve Stout (1939), elementleri bitki için gerekliliği bakımından değerlendirirken 3 kriter ortaya koymuşlardır.

1. Element, bitkinin normal büyüme ve çoğalması için gerekli olmalı, elementin eksikliğinde işlevleri kaybolmalı.
2. Bitkinin bu elemente karşı gereksinimi özgül olmalı, gereksinim başka bir element tarafından karşılanmamalı.
3. Elementlerin bitki üzerindeki etkisi, bitkinin bir başka elementten daha kolay yararlanmasını sağlayıcı veya başka elementin zehirli etkisini antagonize edici olmamalıdır.

Su, bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmasında en önemli rolü oynar. Topraktaki bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilmesi, yani bitki köklerindeki hücre zarlarından geçebilmesi için suda erimiş durumda olmaları gerekir. Bu toprak çözeltisinde bulunan tuzların bitki bünyesine geçtiği ve bitkiler tarafından kullanıldığı anlamına gelmemelidir. Bitkisel membranlar toprak çözeltisindeki maddeleri seçici olduğu gibi herhangi bir maddenin toprak çözeltisinden bitki bünyesine geçmesi de diğer bazı faktörlere bağlıdır. Ayrıca bitki kökleri ile temasta bulunan kolloid toprak parçacıklarından

bir kısım bitki besin maddelerinin doğrudan doğruya köklere geçtiği kabul edilmekte ise de, bunun önemi hakkında kesin bir şey söylemek mümkün değildir (Ergene 1937).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Tekirdağ koşullarında farklı su kısıtlarının Jalapeno çeşidi biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin araştırılması amacıyla Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız plastik serası ile bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür.

#### 3.1. Materyal

*Capsicum* cinsi; domates, patates, tütün ve petunyanın da dahil olduğu *Solanacea* familyasındandır. Tüm *Capsicum* türlerinin orjini Amerika kıtasıdır. Sadece *Capsicum anomalum* türünün anavatanı Asya'dır. Özellikle Orta Amerika ve Meksika birçok *Capsicum* türünün ana vatanıdır. Biber, Antartika hariç tüm Dünyada yetiştirilebilmektedir. Ancak ılıman, subtropik ve tropik iklim kuşaklarında yetiştirildiğinde verim ve kalite artmaktadır. Biber, 5-15°C sıcaklıklarda çok iyi gelişme göstermemektedir. Düşük sıcaklığa domates kadar dayanıklı değildir. Bu nedenle ılıman iklim kuşağında yetiştiriciliği yapılan *Capsicum* türleri, kışların soğuk geçmesi nedeniyle tek yıllık olarak yetiştirilmektedir. Oysa tropik iklim kuşağında ise bitkiler birkaç yıldan fazla büyümeye devam edebildikleri için çok yıllık olarak yetiştirilmektedir (Göçmen 2006).

Bu araştırmada materyal olarak Jalapeno (*Capsicum annuum* var. *annuum*) çeşidi kullanılmıştır.

Jalapeno, *Capsicum annuum* türünün bir varyetesidir. Meksika menşeli bir bitkidir. Olgun jalapenonun uzunluğu 5-9 cm'dir. Yaygın olarak yeşil, nadiren olgunlaşmış kırmızı olarak satılan jalapeno adını Meksika Veracruz'daki geleneksel olarak yetiştirilen Jalapa'dan alır. Orta acılıktaki Jalapeno Scoville ölçeğine göre 2500-8000 SHU (*Scoville Heat Units*) değer aralığındadır. Acı olmasına karşın ağzı yakmayan lezzetiyle bilinen ve diğer biberlere göre daha yoğun bir tada sahip olan "Jalapeno", et yemeği, salata, bulgur, pilav ve makarnanın yanı sıra; diğer mezeler ve çerezlerle de tüketilmektedir (Anonim 2014).

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Denemenin Kurulması

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 5 tekrarlı olarak kurulmuş (Düzgüneş 1963), ve her tekrarda 4 sulama uygulaması (% 100: kontrol, % 50: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 50' si , % 25: kontrol uygulamasına uygulanan suyun %



25'i ve % 0: hiç sulama uygulanmayan) uygulanmıştır. Denemede toplam 5 tekrar, her tekrarda 4 parsel, her parselde 10 bitki ve tüm denemede 200 bitki kullanılmıştır (şekil 3.1).



şekil 3.1. Denemenin kurulması

Kontrol uygulamasına çiçeklenme periyodu başlangıcından itibaren sabit sulama aralığında (SA= 7 gün) sabit sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde Tekirdağ ili uzun yıllar iklim verileri incelenerek Temmuz-Ekim ayı aralığındaki 7 günlük buharlaşma toplamalarının ortalamaları esas alınmıştır. Diğer uygulamalarda ise kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 50, % 25, ve % 0'ı kadar su uygulamaları oluşturulmuştur.

### **3.2.2. Deneme Yeri Toprak Özellikleri**

Seradan alınan toprakların kimyasal özellikleri ve fiziksel özellikleri sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Toprağın fiziksel özellikleri incelendiğinde hacim ağırlığı değerlerinin  $1.70-1.87 \text{ gcm}^{-3}$  arasında olduğu görülmektedir. Biber orta derinlikte kök sistemine ait bir bitkidir. Bitkinin kökü başlangıçta henüz fide halindeyken kazık kök şeklinde gelişir. Kazık kök 10-15 cm kadar büyüdüktan sonra, etrafında saçak kökler meydana gelmeye başlar ve saçak köklerin gelişimi kazık kökün gelişmesini durdurarak kök sistemi saçak kök şeklinde gelişmesine devam eder. Saçak köklerin ekseriyeti toprağın ilk 10-30 cm derinliğinde bulunur, ancak bazı kökler 80-100 cm derinliğe kadar inebilir. Sulu şartlarda yetiştirilen bitkilerde, özellikle de ağır toprak şartlarında, saçak kökler ender olarak 30 cm'den daha derine inebilirler. Bitkinin kökleri 40-60 cm'lik bir çap içinde yayılırlar (Şalk ve ark. 2008). Çizelgeye bakıldığında 0-90 cm arasındaki faydalı su tutma kapasitesinin 165 mm olduğu gözlenmektedir.

Genelde biberin toprak istekleri fazla değildir. Kökler narin yapıda olduklarından ağır, killi, havasız, su tutan topraklarda yetişmez. Buna karşın kumlu topraklarda, su ve besin maddesi temin edildiğinde sonuç olumludur. Biberler tınlı-kumlu, tınlı-hafif killi, organik maddesi zengin topraklar üzerinde en iyi gelişmeyi ve verimi verir. Toprak pH'sının 6.0-6.5 olmasını ister (Keleş 2012 ).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri

Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	CL	28	157,1	16	89,8	1,87	67,2
30-60	SCL	26	134,9	17	88,2	1,73	46,7
60-90	SC	27	137,7	17	86,7	1,70	51,0
0-60			292		178		113,9
0-90			430		265		165

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri

Parametre	Birim	Sonuç	Metod	Değerlendirme
pH		7,64	Saturasyon	Hafif Alkali
Tuz	(%)	0,06	Saturasyon	Tuzsuz
Kireç	(%)	2,46	Kalsimetrik	Fakir
Tekstür	(%)	59	Saturasyon	Killi Tın
Organik Madde	(%)	1,06	Walkey-Black	Fakir
Toplam Azot (N)	(%)	0,05	Kjeldahl	Orta
Fosfor (P)	(ppm)	73,9	Olsen-ICP	Fazla
Potasyum (K)	(ppm)	290,36	A. Asetat-ICP	Yeterli
Kalsiyum (Ca)	(ppm)	5.194,97	A. Asetat-ICP	Az
Magnezyum (Mg)	(ppm)	432,07	A. Asetat-ICP	Çok Yüksek
Demir (Fe)	(ppm)	8,05	DTPA-ICP	İyi
Bakır (Cu)	(ppm)	1,45	DTPA-ICP	Yeterli
Çinko (Zn)	(ppm)	1,33	DTPA-ICP	İyi
Mangan (Mn)	(ppm)	4,05	DTPA-ICP	Az

\*Kaynak: T.C. Tekirdağ Ticaret Borsası tarımsal amaçlı analiz laboratuvarı toprak analiz raporu

### 3.2.3. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Araştırmada bitkilerin yetiştiriciliği Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ısıtmasız plastik serasında yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm

Ekşi (2012)'nin belirttiği üzere bitkilerin fide ile yetiştiriciliği yapılmıştır. Araştırmamızda materyal olarak kullanılan fideler Manisa Gölarmara Tiyenli köyü üreticilerinden temin edilmiştir. Üreticiler Jalapeno biberi fidelerini kendileri üretmektedirler. Fideler plastik seradaki yetiştirme yerlerine 100x40 cm mesafe ile dikilmiştir.

Jalapeno biberi çeşidinde yaptığımız denemede kullandığımız fidelerin de yukarıda sıralanan özellikleri gösterdiği gözlenmiştir. Fidelerin dikimi 30 Mayıs 2012 tarihinde gerçekleştirilmiş olup bu dönem içinde ısıtmasız plastik serada normal bakım ve sulama şartlarında (Şekil 3.3.) yetiştirilmiştir (Şalk ve ark. 2008). İlk çiçeklenme dönemine kadar (ilk 1 ay) damla sulama ile normal su ihtiyacı giderilmiş olan bitkilere daha sonra yapay kuraklık

stresi uygulamalarına başlanmıştır. Çiçeklenme başlangıcından itibaren kriter ölçümlerine başlanmış, çiçeklenme ve meyvenin beraber gittiği dönemlerde meyve kriterleri de ölçümlere dahil edilmiştir.



Şekil 3.3. Isıtmasız plastik serada normal bakım işlemleri

Yıldırım ve Kodal (1998), araştırmasında belirttiğine göre kontrol parsellerine, bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50' si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer parsellere kontrol parseline uygulanan suyun % 0, 25 ve 50 kadar sulama suyu uygulanmıştır.

Bitkilerin yetiştiriciliği döneminde haftada bir kez sulama yapılmış ve parsellere yukarıda belirtilen şekilde su kısıtlamalarına gidilerek sulamalara devam edilmiştir.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3,00 /EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için L.S.D. kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir (Açıkgöz 1984).

### 3.2.4. Ölçüm, Tartım, Sayım ve Gözlemler

#### 3.2.4.1. Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Yaprak su potansiyeli Scholander Basınç Odası (Scholander Pressure Chamber) ile ölçülmüştür. Ölçümler hasat zamanlarında gün aydınlanmadan 2 saat önce ( $\Psi_{\text{şö}}$ : Şafak öncesi yaprak su potansiyeli) ve aydınlandıktan 6 saat sonra ( $\Psi_{\text{go}}$ : Gün ortası yaprak su

potansiyeli) yapılmıştır (Şekil 3.4). Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda yapılmıştır (Scholander ve ark. 1965). Ölçümler çiçeklenmeden sonra, her sulamadan önce 1 hafta aralıklarla tekrarlanmıştır.



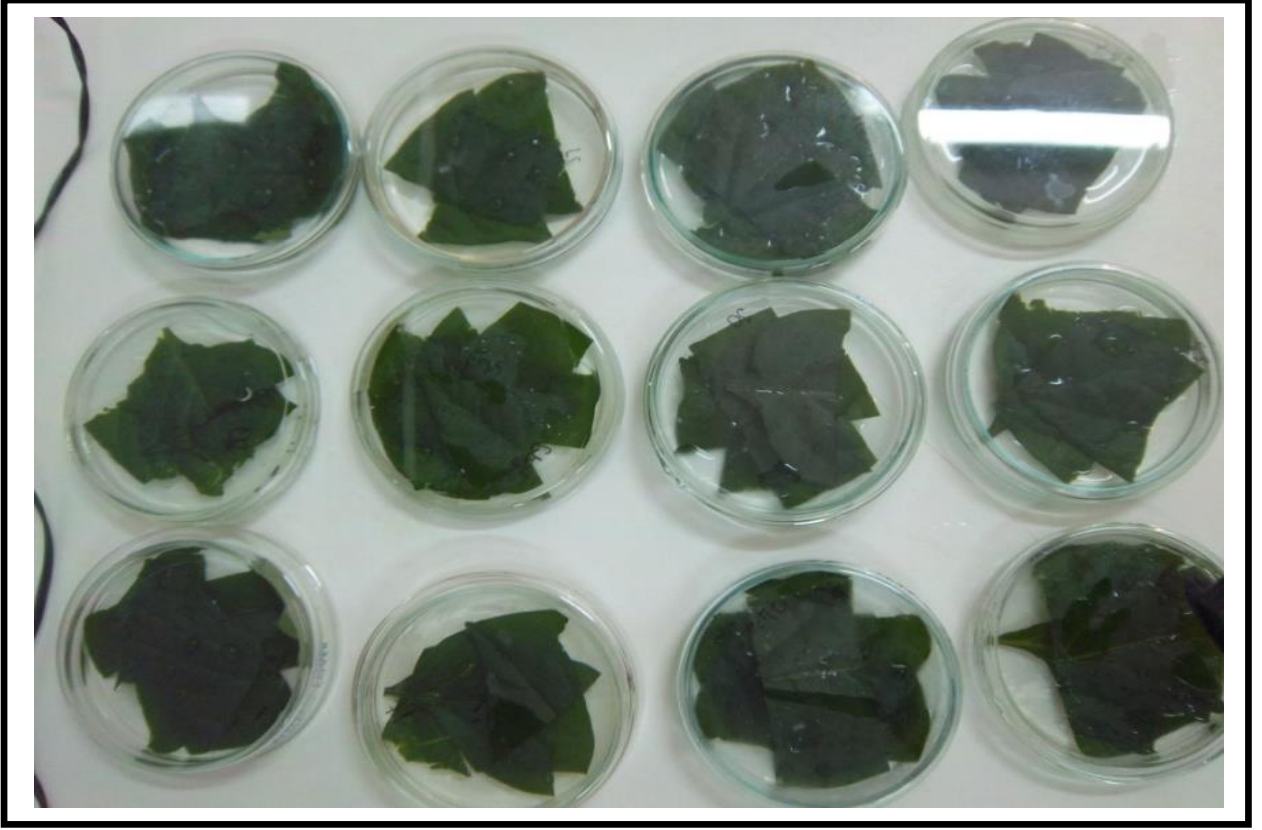
Şekil.3.4. Scholander basınç odası ile gün ortası yaprak su potansiyeli ölçümü

### 3.2.4.2. Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

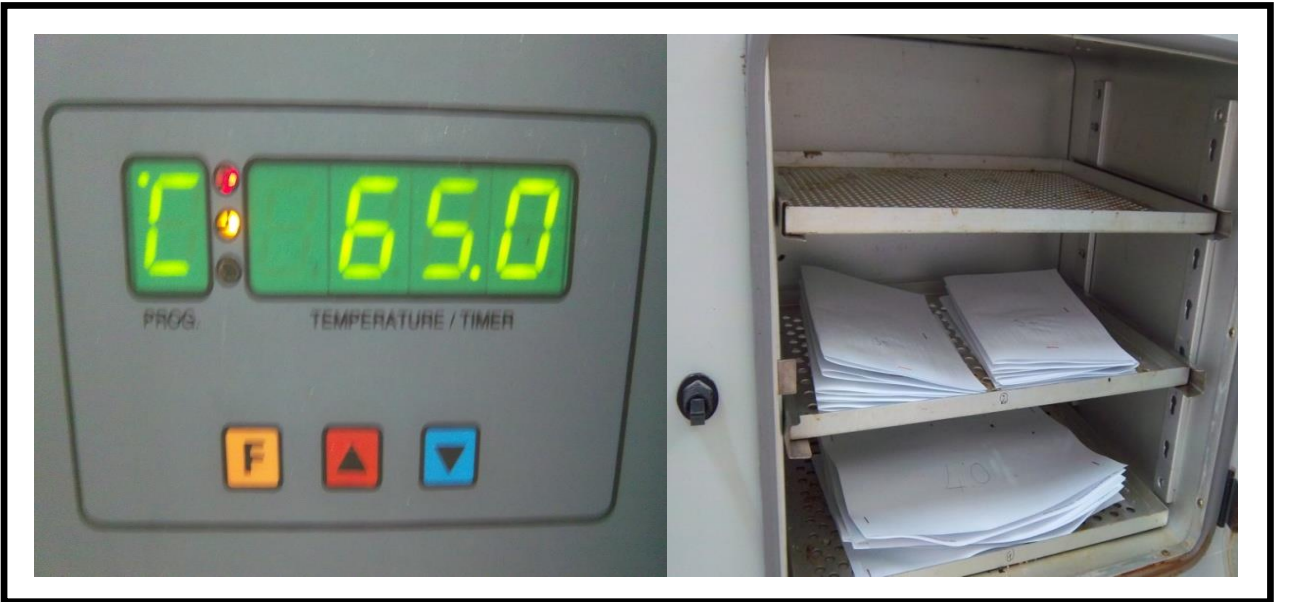
Kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) (%) farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların çalışmalarından yararlanılmıştır (Öztekin 2009, Sanchez ve ark. 2004, Türkan ve ark. 2005). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş (Şekil 3.5), bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra (Şekil 3.6) kuru ağırlık, g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla (Formül 1) oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100 \dots \dots \dots \text{Formül 1}$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı



Şekil 3.5. Taze ağırlıkları alındıktan sonra yaprakların 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmesi



Şekil 3.6. Kuru ağırlığı belirlemek için yaprak örneklerinin 65 °C etüvde 48 saat bekletilmesi

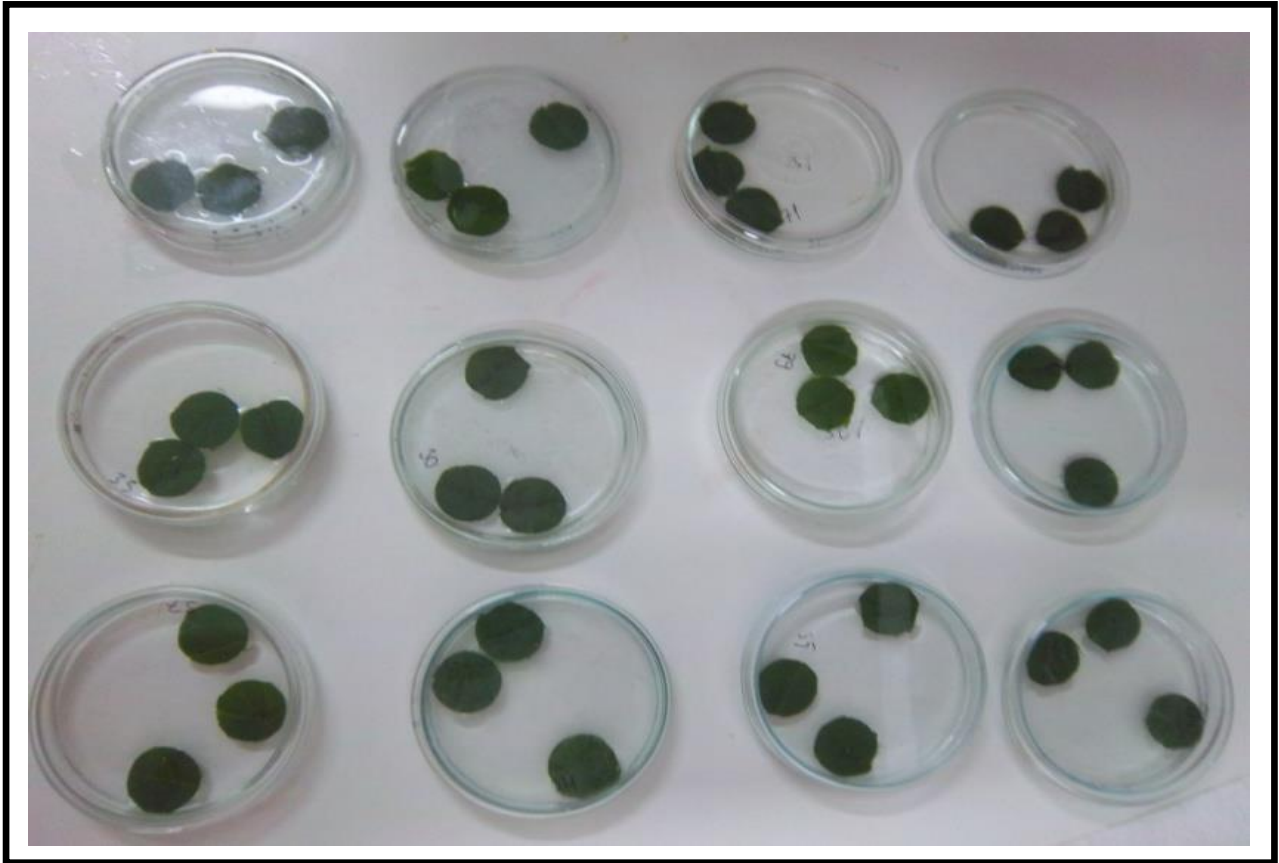
### 3.2.4.3. Membran zararlanma indeksi (%)

Membran Zararlanma İndeksi-MZİ hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz 1978, Fan ve Blake 1994). Her vejetasyon döneminde stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra (Şekil 3.7) elektrik iletkenlikleri (EC) ölçülmüş, aynı diskler otoklavda 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra (Şekil 3.8) çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ=(Lt-Lc/1-Lc) \times 100 \dots\dots\dots \text{Formül 2}$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC değeridir.



Şekil 3.7. Biber bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında alınan disklerin iyonize su içerisinde bekletilmesi





Şekil 3.8. Biber bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında alınan disklerin bulunduğu petri kaplarının otoklavda 100 °C’de 10 dakika bekletilmesi

#### 3.2.4.4. Toplam klorofil (SPAD)

Yapılan araştırmada hasat döneminde biber yapraklarının klorofil içeriği “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçülmüştür. Her dönemde ölçüm yapılacak yaprağın ana damara yakın iki bölgesinden ve her parselde 5 bitkiden örnek okumaları yapılmış (Şekil 3.9) elde edilen verilerin ortalaması alınarak istatistiksel analizleri yapılmıştır (Geravandi ve ark. 2011).



Şekil 3.9. Konica Minolta SPAD-502 portatif klorofilmetre

### 3.2.4.5. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popülaritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak denememize ele aldığımız biber bitkilerinin yaprakları infrared termometre ile sıcaklıkları ölçülerek yaprakların kuraklık stresine karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçümlerde 7-18 nm dalga boyunda ışınları algılayan filtreleme sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) (Şekil 3.10) kullanılmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999, Erdem ve ark. 2008).



Şekil 3.10. İnfrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model)

### 3.2.4.6. Makro ve Mikro Besin Elementi Miktarları (% ve ppm)

Son hasat döneminde yaprak örnekleri, en kısa sürede laboratuvara getirilip, yıkandıktan sonra fırında 70 °C de kurutulmuştur. Öğütülen yaprak örnekleri; 0,5 mm'lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Analiz için 0,25 g yaprak örneği tartılıp, üzerine 4 ml konsantre Nitrik Asit eklendikten sonra 15 dakika bekletilmiştir. Mikrodalga fırında sırasıyla 150, 175 ve 200 °C'lerde 10 dakika yakma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen süzük 50ml'ye tamamlanarak ICP'de okunmuştur (İbrikçi ve ark. 1994). Makro besin

elementlerinden N, P, K, Ca, Mg; mikro besin elementlerinden Zn, Mn, Cu, Fe değerleri sırasıyla % ve ppm olarak ölçülmüştür.

#### **3.2.4.7. Zararlanma dereceleri**

Kuraklığa tolerans denemesinde aşığıda belirtilen semptomlara göre yapraklara 0'dan 5'e kadar puan (Şekil 3.11) verilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).

- 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
- 1: Büyümede yavaşlama (Kontrol bitkilerine göre)
- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı
- 3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk
- 4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı
- 5: Bitkilerde solma ve alt yapraklarda kuruma



5 puan (% 0 su kısıtı)

4 puan (% 25 su kısıtı)



1 puan (% 50 su kısıtı)

0 puan (Kontrol uygulaması)

Şekil 3.11. Zararlanma derecelerine ait görüntüler

#### 3.2.4.8. Yaprak sayısı (adet)

Hasat döneminde boyu 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar sayılmıştır.

#### 3.2.4.9. Tek Yaprak ağırlığı (g)

Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip en gelişmiş yaprak 0,1 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Tek yaprakların ağırlıklarının hassas terazide ölçülmesi

#### 3.2.4.10. Yaprak kalınlığı (mm)

Her hasat döneminde bitkinin en iyi gelişmiş yaprağının ayasındaki, iki damar arası mümkün olduğunca orta damara yakın yerden kumpas ile ölçülmüştür.

#### 3.2.4.11. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)

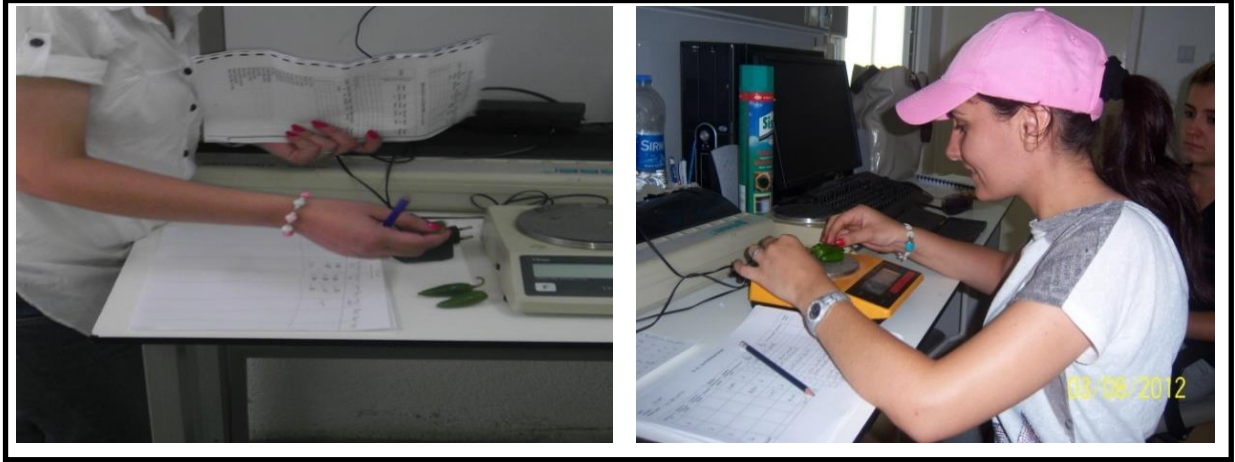
Hasat döneminde boyu 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yaprakların tarayıcıdan geçirilip (Şekil 3.14) bilgisayar programı aracılığı ile ölçülmüştür (Kraft 1995, Deveci ve ark. 2006).



Şekil.3.14. Yaprakların tarayıcıdan geçirilmesi

#### 3.2.4.12. Tek meyve ağırlığı (g)

Her hasatta her parselden seçilen 4 bitki içerisinde tesadüfi üç meyvenin ağırlığı hassas terazide ölçülüp (Şekil 3.15), hasat sonunda her parsel için genel toplamın ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.15. Tek meyve ağırlıklarının hassas terazide tartılması

#### 3.2.4.13. Meyve çapı (mm)

Her hasatta her parselden hasat edilen üç meyvenin çapı kumpas yardımı ile ölçülüp (Şekil 3.16), hasat sonunda her parsel için genel toplamın ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.16. Hasat edilen meyvelerin dijital kumpas ile meyve çapı ölçümü

#### 3.2.4.14. Tek meyve boyu (cm)

Her hasatta her parselden hasat edilen üç meyvenin boyu cetvel yardımıyla cm olarak ölçülmüş, hasat sonunda her parsel için genel toplamın ortalaması alınmıştır.

#### 3.2.4.15. Toplam meyve sayısı (adet)

Bitki başına alınan toplam meyve sayılmıştır. Bir hasat döneminde elde edilen meyve verimi Şekil.3.17’de görülmektedir.

#### 3.2.4.16. Toplam meyve ağırlığı (g)

Bitki başına hasat edilen meyvelerin ağırlıkları ölçülmüştür (Şekil.3.18).



Şekil.3.17. Bir hasat döneminde meyve veriminden görünüm



Şekil.3.18. Toplam meyve ağırlıklarının tartılması

#### 3.2.4.17. Bitki boyu (cm)

Bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm cinsinden metre ile ölçülmüştür (Kaya 2011).

### 3.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş (Düzgüneş 1963) ve her tekerrürde 4 sulama uygulaması (% 100: kontrol, % 50: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 50' si , % 25: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 25'i ve % 0: hiç sulama uygulanmayan) uygulanmıştır. Denemeden elde edilen verilerin istatistikî analizleri MSTAT versiyon 3,00/EM paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir (Açıkgöz 1984).



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Yaprak su potansiyeli (MPa)

Yaprak su potansiyeli incelenmesinde farklı su kısıtlarının biberde şafak öncesi (Wşö) ve gün ortası (Wgo) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri Çizelge 4.1, Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2, Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

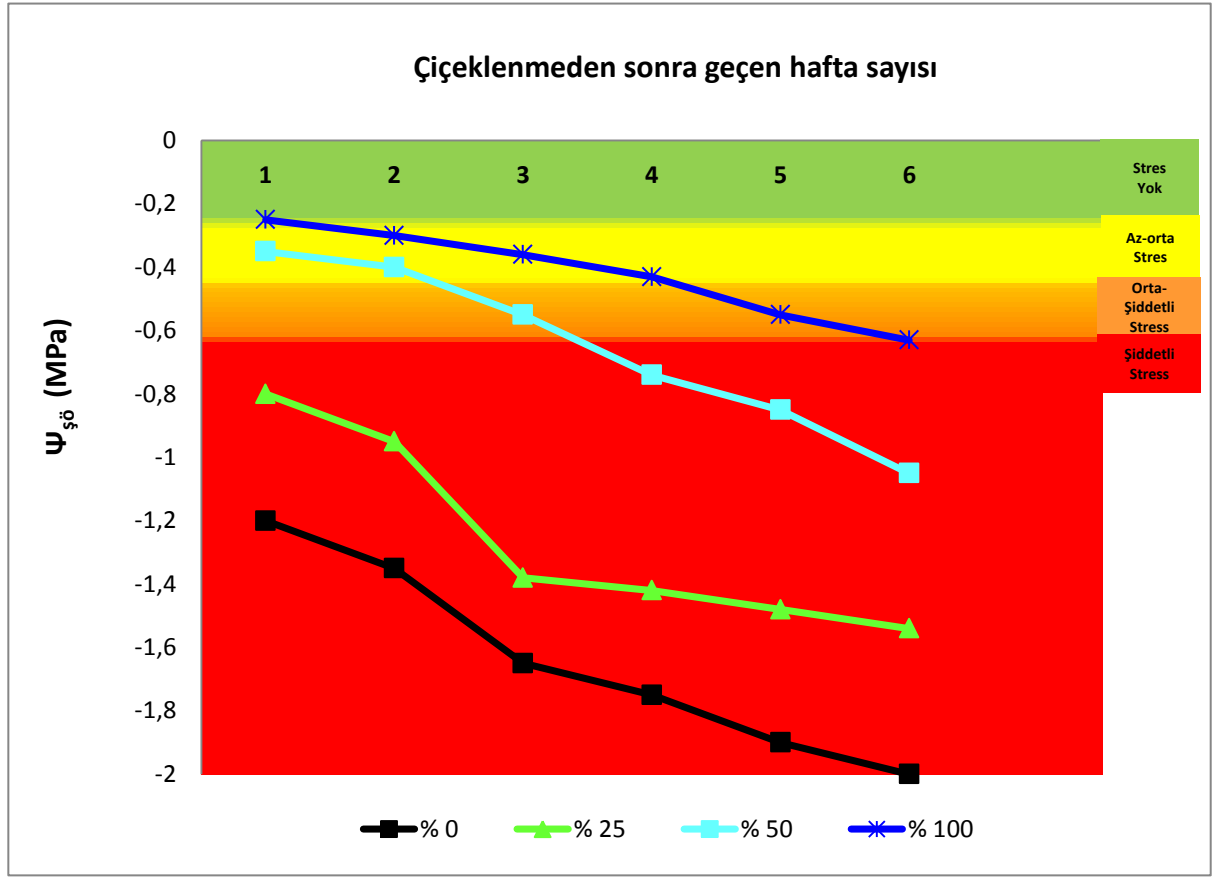
İlk su kısıtlaması uygulamasına başladıktan 1 hafta sonra yaprak su potansiyeli ölçümleri de başlatılmıştır. Bu dönemden sonra ise her hafta şafak öncesi ve gün ortası ölçümleri yapılmıştır. Hasat dönemi uzun sürdüğünden meyve döneminde de ölçümler devam etmiştir.

Ölçümler 6 farklı tarihte yapılmış ve % 0 uygulaması ve kontrol uygulamaları arasında hem şafak öncesi hem de gün ortası ölçümlerinde önemli farklar oluşmuştur. Aynı zamanda vejetasyon dönemleri ilerledikçe bitkiler stresi atlatamamışlardır.

İlk ölçümler su kısıtlamasına başladıktan 1 hafta sonra yapılmış ve değerler şafak öncesinde % 0 uygulamasında -1,20 MPa, % 100 uygulamasında -0,25 MPa ölçülmüş, bu ölçüm gün ortasında % 0 uygulamasında -2,20 MPa % 100 uygulamasında -0,90 MPa olmuştur.

Çizelge 4.17. Farklı su kısıtlarının biberde şafak öncesi yaprak su potansiyeli ( $\psi_{şö}$ ) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar (MPa)

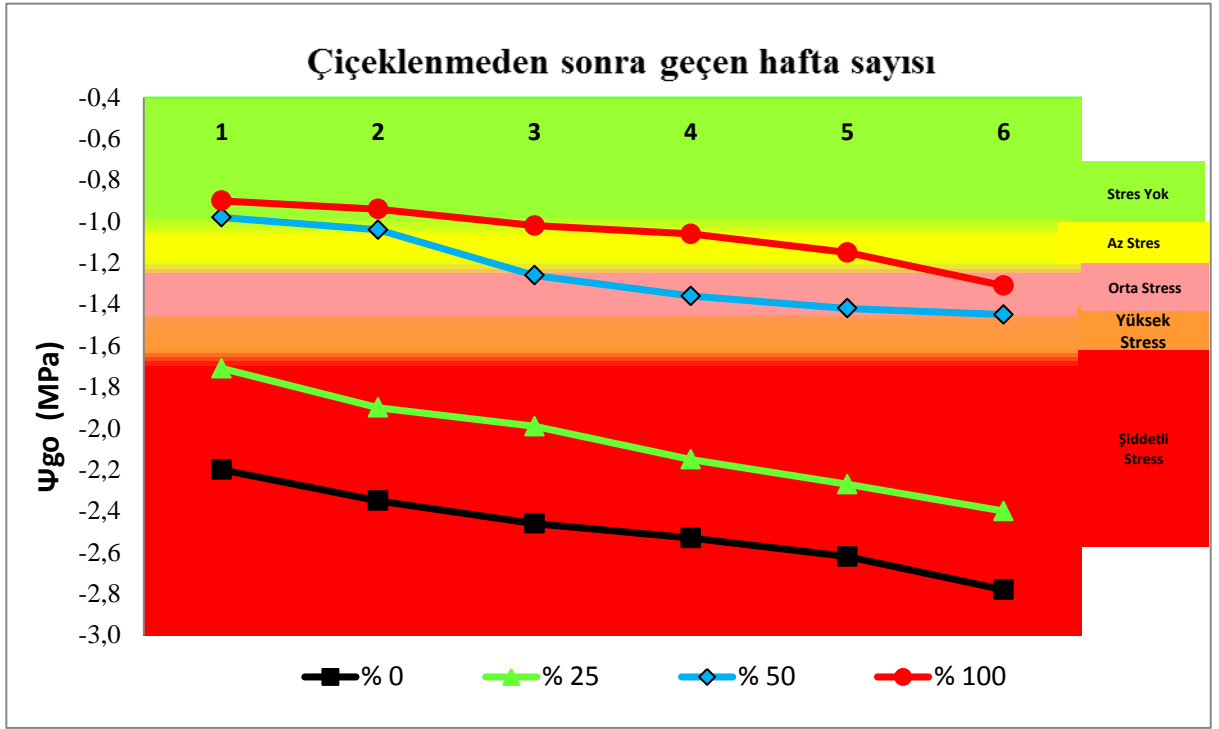
Su Kısıtı	Çiçeklenmeden sonra geçen hafta sayısı					
	1	2	3	4	5	6
% 0	-1,20	-1,35	-1,65	-1,75	-1,88	-2,05
% 25	-0,80	-0,95	-1,38	-1,42	-1,48	-1,54
% 50	-0,35	-0,40	-0,55	-0,74	-0,85	-1,05
% 100 (Kontrol)	-0,25	-0,30	-0,36	-0,43	-0,55	-0,63



Şekil 4.1. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak su potansiyeli ( $\psi_{şö}$ ) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları

Çizelge 4.2. Farklı su kısıtlarının biberde gün ortası yaprak su potansiyeli ( $\psi_{go}$ ) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar (MPa)

Su Kısıtı	Çiçeklenmeden sonra geçen hafta sayısı					
	1	2	3	4	5	6
% 0	-2,20	-2,35	-2,46	-2,53	-2,62	-2,85
% 25	-1,71	-1,90	-1,99	-2,15	-2,27	-2,40
% 50	-0,98	-1,04	-1,26	-1,36	-1,42	-1,45
% 100	-0,90	-0,94	-1,02	-1,06	-1,15	-1,31



Şekil 4.2. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli ( $\psi_{go}$ ) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları

Köksal ve ark. (2010), bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi çalışmasında, yaprak su potansiyelinin konular arasında farklılık gösterdiğini, sulama suyu düzeyi arttıkça yükseldiğini belirtmiştir

Kaya ve Daşgan (2013), tuz ve kuraklık stresi sonucu bitkilerin yaprak su potansiyellerinin kontrole göre ortalama % değişimlerinin artış gösterdiğini bildirmiştir.

Arslan (2011), turgor potansiyeli 0 MPa'a yakın veya negatif olan bitkilerde hücreler su içeriğini tamamen kaybetmiş olduğu için yapraklarda solgunluktan dolayı buruşma ve kıvrılmaların olduğunu bildirmiştir.

Karpuzda tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerlere bakıldığında; yaprak su potansiyeli içeriğinde genel olarak kuraklık stresi ile tuz stresinin yaklaşık olarak aynı oranda etkilendiği ve azalmalara sebep olduğu belirlenmiştir (Süyüm 2011).

Deveci ve Uyan (2011)'da ıspanağın en olgun olan hasat dönemine girildiğinde bünyesinde en fazla suyu bulundurduğu ve faaliyetlerini devam ettirebilmek için en çok suya ihtiyaç olan bu dönemde oluşacak bir su stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığını tespit edilmiş; ancak % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlattığı görülmüştür.

Çelik (2014), yer kirazında yaptığı çalışmada, çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre içerisinde sulamada meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin azaldığını belirlemiştir. Buna göre su kısıtlaması arttıkça en düşük yaprak su potansiyeli elde edilirken sulama oranı arttıkça yaprak su potansiyeli ortalamalarının arttığı görülmüştür.

Kaya (2011)'da tuz stresi yaprak su potansiyeli bakımından % 68.25 oranında değişim göstererek kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. Kuraklık stresi ise % 24.90 oranında değişim göstererek tuz stresinden daha az düzeyde kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. Kontrol bitkilerinin genel ortalaması 13.88 MPa değerini alırken, tuz stresi uygulanan bitkiler 15.75 MPa değerini alarak kontrol bitkilerine göre artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık sonucunda tüm genotiplerin ortalaması 14.99 MPa değerini almıştır.

Hem kültür hem de yabancı nohut türlerinde kuraklık stresi ile birlikte su potansiyelinde önemli bir azalma meydana geldiği gözlenmiştir (Yandım 2013).

Dichio ve ark. (2005)'da iki yaşındaki zeytin fidanları üzerine yaptığı çalışmada 13 günlük kuraklık stresinden sonra elde edilen yaprak su potansiyeli değerleri kontrol konusu için -450kPa, az stres gören bitki için -650kPa, orta stres gören konu için -3250kPa ve tam stres gören konu için -5350kPa olarak saptanmıştır.

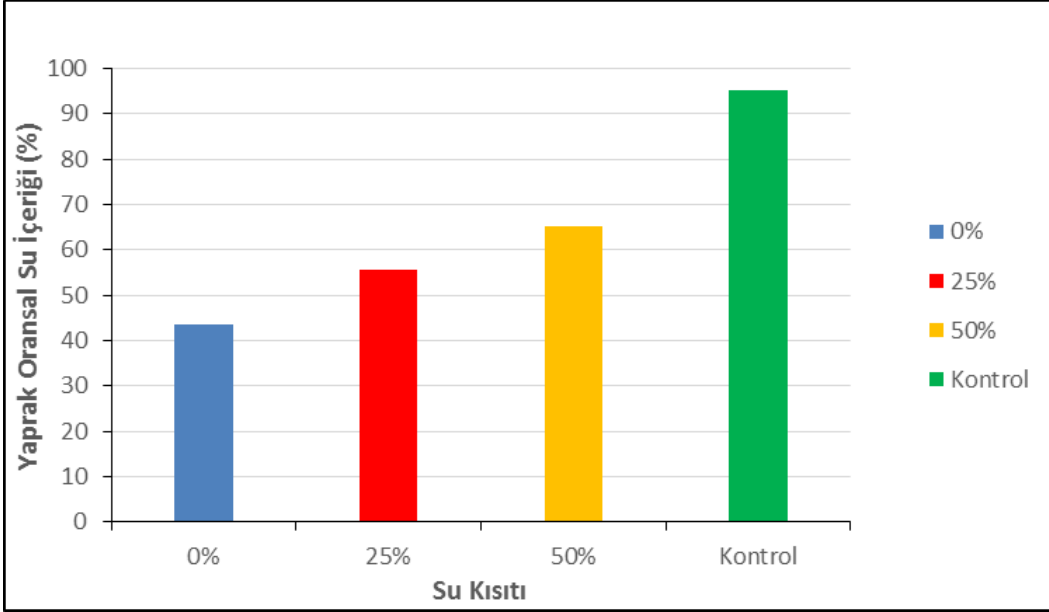
#### 4.2. Yaprak oransal su içeriği (%)

Denemede uygulanan farklı su kısıtlarının yaprak oransal su içeriğine etkileri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3' te gözlenmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
43,41 d	55,63 c	65,28 b	95,24 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 4.3. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Bitkilere uygulanan sulama artışı ile yaprak oransal su içeriği arasında doğru orantı olup yaprak oransal su içeriğinde en büyük düşüş % 0 uygulamasında (% 43,4) bulunmuştur. Sulama oranlarındaki artışla birlikte sırasıyla % 25 uygulamasında % 55,6 ve % 50 uygulamasında % 65,2 değerlerine ulaşmıştır. En yüksek artış % 100 sulamanın yapıldığı kontrol bitkisinde görülmüştür (% 95,2). Özellikle % 25 ve % 0 uygulamalarında yaprak oransal su içeriğinin düşmesi yapraklarda solgunlukları beraberinde getirmiştir.

Tuzlu topraklarda osmotik basıncın yükselmesiyle bitkinin su alımı da güçleşmekte ve böylece yaprak oransal su içeriği de düşmektedir (Topaloğlu 2010).

Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerlerinin bitkilere verilen su miktarı azaldıkça azaldığı ortaya konulmuştur (Kaya 2011).

Yaprak oransal su kapsamının (YOSK) kuraklık uygulaması ile belirgin oranda azalmasına rağmen geri kazanım uygulaması sonucunda tekrar yükseldiği belirtilmiştir (Çetinkaya 2013).

Köse (2011) tarafından Türkiye’ de yetiştirilen bazı kabak türlerinde kuraklık stresine tolerans bakımından genotipik varyasyonun belirlenmesi çalışmasında yaprakların yaprak nispi su içeriği içeriklerinde azalma olmuştur.

Tuzluluk ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler ışığında yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği saptanmıştır. Tuz stresi koşullarında ortalama değişim % 18.66 iken kuraklık stresinde bu oran % 26.65 olarak tespit edilmiştir (Kuşvuran 2010).

Şekerpancarı bitkisinde yaprak su içeriği (YSİ) ve yaprak oransal su kapsamı(YOSK) değerleri sulama suyu miktarları arttıkça artış göstermiştir (Köksal 2006).

Kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin nispi su potansiyelleri kontrol bitkilerine göre bütün genotiplerde azalma göstermiştir (Özpay 2008).

Farklı su stresi düzeylerinde mısır bitkisinin bazı fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin uzaktan algılama yoluyla belirlenmesi çalışmasında, tüm konuların YSİ değerlerinin genel itibariyle hasada doğru azalma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Konular arasındaki farklılığın, çiçeklenme ve tane dolumu-hasat dönemlerinde daha belirgin hale geldiği görülmüştür. Bu durum, su kısıtının uygulanmaya başlandığı dönem olan vejetatif dönemde yaprakların hala su tutmaya devam etmesi, yani bitkinin henüz strese tam anlamıyla girmemiş olması, ancak ilerleyen zamanlarda toprakta giderek suyun azalması sonucunda yaprak su içeriğinde de belirgin bir azalışın olması ile açıklanabileceği belirtilmiştir (Çamoğlu 2010).

Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler bakımından yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği görülmüştür. Tuz stresi koşullarında ortalama değişim % 8.01 oranında artış gösterirken, kuraklık stresinde bu oran ortalama % 1.62 oranında azalma şeklinde görülmüştür (Kaya 2011).

Choluj ve ark. (2004), şeker kamışında yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda yaprakların YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla %3-4 oranlarında azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Karpuz bitkisinde büyüme periyodu boyunca çiçeklenme döneminden hasat dönemine doğru gidildikçe yaprak su içeriği değerlerinde yavaş yavaş azalmalar meydana gelmiştir (Demirel ve ark. 2010).

Bitkilerin kuraklık stresine maruz kalması halinde özellikle kuraklığa nispi duyarlı *L. esculentum*'da oransal su içeriğinde belirgin azalma gözlenmiştir. Kuraklık stresi koşullarında ABA veya  $Ca^{+2}$  uygulaması oransal su içeriğindeki inhibisyonu azaltmıştır (Güzel 2006).

### **4.3. Membran zararlanma indeksi (%)**

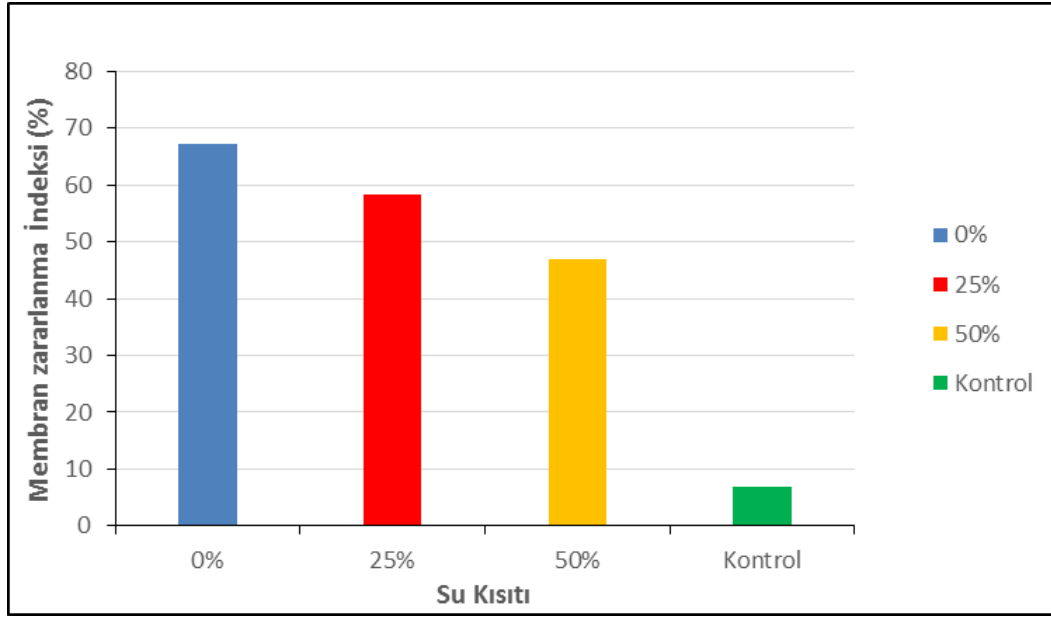
Yapılan ölçümler ve istatistiksel analiz sonucuna göre Jalapeno biberi bitkilerinin yapraklarında meydana gelen membran zararlanmasına ait değerler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'te belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.4. Farklı su kısıtlarının biberde membran zararlanma indeksi (%) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
67,31 a	58,45 b	47,02 c	6,92 d

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Yaprak hücrelerinde membran zararlanması açısından yapılan istatistiki sonuçlara göre sulama uygulamalarının etkisi % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.4. Farklı su kısıtlarının biberde membran zararlanma indeksi (%) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Çizelge 4.4' de değerler % 6,9 ile % 67,3 arasında değişmekte olup en düşük değer kontrol uygulamasından ( % 6,9) ve en yüksek değer hiç sulanmayan % 0 uygulamasından ( % 67,3) elde edilmiştir. % 25 uygulaması % 58,4 ve % 50 uygulaması % 47,0 değerini vermiştir. Bu sonuca bakılarak sulama oranlarının artışı ile yaprak hücrelerinde membran zararlanması arasında ters bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz. Sulama uygulanmayan % 0 uygulamasında stres ileri derecelerde kendini göstermiş, birçok hayati fonksiyon durma noktasına gelerek bu durum bitkilerin ölümüyle sonuçlanmıştır.

Doku elektriki iletkenliği veya diğer bir ifadeyle doku membran geçirgenliği, bitkilerde stres altında zar (membran) bütünlüğünü koruyabilme kabiliyetlerinin bir ifadesi olduğu belirtilmiştir. Strese maruz kalan bitkilerin hücre zarlarında meydana gelen hasar sonucu hücre içindeki suda erimiş maddelerin hücreler arası boşluklara aktığı ve bunun da

doku elektriki iletkenlik değerini yükselttiği vurgulanmış, kısacası, doku elektriki iletkenlik değerleri ile membran bütünlüğü arasında ters orantı mevcut olduğu belirlenmiştir. (Arslan 2011).

Kuraklık stresinde su yetersizliğine bağlı olarak, hücre membranlarının ve lipidlerin yapısında bozulma meydana gelmekte, enzim aktivitelerini çalıştıran ve ozmotik düzenlemeyi sağlayan yapılarda zararlanma oluşmaktadır (Deveci ve Uyan 2011).

Köşkeroğlu (2006), membran permeabilitesi veya elektrikselsel geçirgenliğin (EC) kontrol grubunda en düşük olduğunu; su stresi ve düşük tuz grubunda kontrole göre 2 kat artış gösterdiğini ve bu artışın yüksek tuz ve su stresi grubunda 3 katına çıktığını tespit etmiştir.

Mısır genotiplerinin yaprak dokularında, kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, membran bütünlüğü ve geçirgenliğinin miktarının kontrol değerlerine göre önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Ecem 2010).

Fasulye genotipleriyle yapılan bir çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak membran zararlanmasına neden olduğu bildirilmiştir (Kaya ve Daşgan 2013).

Hücrelerde stres sonrası meydana gelen membran zararlanma indeksleri her iki stres koşulunda da benzer değerler göstermekle birlikte tuz stresinde genotiplerin oransal değişimi % 34.25 olmasına karşın kuraklık stresinde % 30.60 olarak belirlenmiştir (Kuşvuran 2010).

Karpuz genotiplerinin yaprak hücrelerindeki membran zararlanması tuz stresinde % 20.35 ve kurak stresinde ise % 3.96 olmuştur (Süyüm 2011).

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen 81 adet fasulye genotipinde yaprak hücre membranlarında meydana gelen zararlanma bakımından ortaya çıkan değişimler, her iki stres koşulunda farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bitkiler tuz stresinden daha fazla etkilenmiş olup kontrol bitkilerine göre ortalama % 38.44 oranında hücre membranlarında zararlanma meydana getirirken, kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde bu oran ortalama % 6.88 olduğu belirlenmiştir (Kaya 2011).

#### **4.4. Toplam klorofil (SPAD)**

Kuraklık stresinde su yetersizliğine bağlı olarak toplam klorofil miktarı ortalamaları izelge 4.5 ve şekil 4.5'te görüldüğü gibi ölçülmüştür.

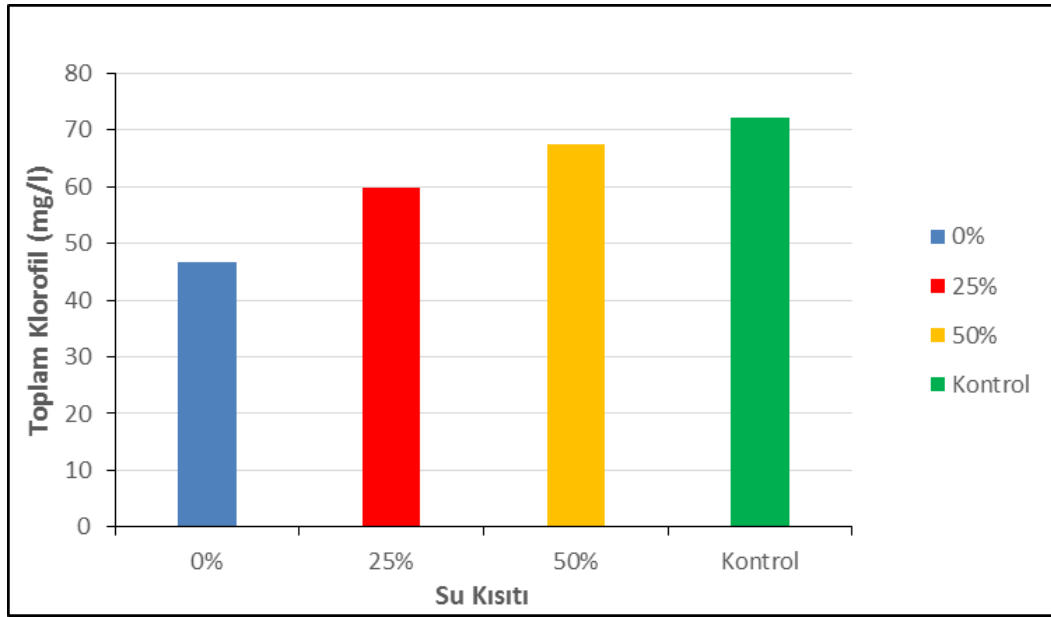


Çizelge 4.5. Farklı su kısıtlarının biberde toplam klorofil (mg/l) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
46,88 d	59,86 c	67,46 b	72,10 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere toplam klorofil miktarı ortalamaları bütün uygulamalar arasında % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.5. Farklı su kısıtlarının biberde toplam klorofil (mg/l) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Su stresi uygulamalarının etkisini toplam klorofil miktarı açısından ele aldığımızda ortalamalar 46,8 mg/l ve 72,1 mg/l arasında değişim gösterirken en düşük klorofil miktarı ortalaması % 0 uygulamasında (46,8 mg/l) ölçülmüş olup en yüksek klorofil ortalaması kontrol uygulamasından elde edilmiştir (72,1 mg/l). % 25 uygulamasında toplam klorofil miktarı ortalaması 59,8 mg/l ölçülürken bu ortalama % 50 uygulamasında 67,4 mg/l olarak ölçülmüştür. Su stresinin artışıyla birlikte klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Kayabaşı (2011), stresin ilerleyen günlerinde kuraklığın şiddetlendiğini, soya bitkisinin kuraklığa çare olarak yaşlı yapraklarını döktüğünü, stomalarını kapatıp transpirasyonu minimuma indirdiğini belirtmiştir. Bütün bu gerekçelerin klorofil miktarının düşmesine sebep olduğunu vurgulamıştır.

Kuraklık uygulanan kabak bitkilerinin klorofil miktarları kontrol bitkilerine göre bazı kabak türlerinde değişmezken bazılarında düşüşlerin olduğu görülmüştür (Köse 2011).

Kuraklık uygulaması ile tüm çeşitlerde klorofil pigment içeriğinde azalma gözlenirken, prolin ve malondialdehit içeriğinde artış belirlenmiştir (Tatar 2011).

Stres durumunda en hızlı ve en fazla zarar gören organ olan fasulye yapraklarının klorofil miktarları incelendiğinde kuraklık uygulanan bitkilerin klorofil miktarları kontrol bitkilerine göre bütün genotiplerde azalma göstermiştir (Özpay 2008).

Stres altındaki bitkilerde; ozmotik uyumsuzluk, iyon balansında dengesizlik ve genel metabolizma bozuklukları, yaprak klorofil ve karotenoid miktarı üzerine de olumsuz etki yapmaktadır. Bu olumsuz etki klorofil sentezinde gerileme ve klorofil parçalanması şeklinde ortaya çıkmaktadır (Köşkeröğlü 2006).

Kaya ve Daşgan (2013)'da klorofil değerleri tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkilerde artış göstermiştir. Ancak tuz koşullarında yetiştirilen bitkilerde bu artış daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Bu durumda klorofil değerleri açısından tuz stresi fasulye genotiplerinde ortalama % 6.05 oranında artış gösterirken, kuraklık stresi fasulye genotiplerinde genel olarak ortalama % 37.88 oranında artış göstermiştir.

Köksal (2006), yetiştirme dönemi boyunca belirli aralıklarla alınan bitki örneklerinde yapılan toplam klorofil içeriği analizlerine göre, uygulanan sulama suyu düzeyi ve bitki su tüketimleri doğrultusunda gerçekleşen vejetatif gelişme ve dönem sonuna doğru özellikle az su uygulanan konularda meydana gelen fizyolojik değişimlerin klorofil içeriği üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

Yağmur (2008), su stresi ile birlikte klorofil miktarında meydana gelen azalmaların genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluştuğunu savunmaktadır.

Oliveira Neto ve ark. (2009), kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresi sonucu hasara uğrayarak klorofilin tüm bitkilerde azaldığını ifade etmiştir.

Mishra ve ark. (2002) domateste yaptıkları çalışmada tolerant çeşitlerin su kısıntısının olumsuz etkilerini azalttığını klorofil düzeyi ile ispatlamışlardır.

#### **4.5. Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C)**

İnfrared termometre yardımıyla yapraklara dokunulmadan sulama kısıtlamasının başından hasat dönemine kadar yapılan her sulama öncesi sıcaklık ölçümlerine ait şafak

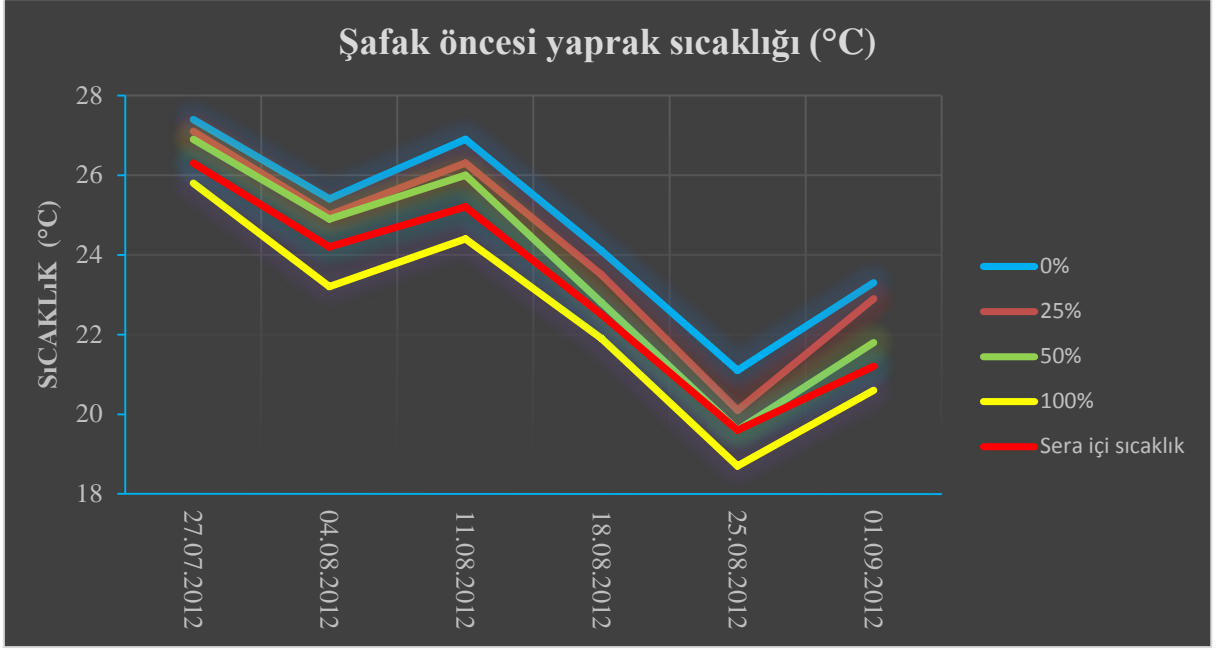
öncesi yaprak sıcaklığı (°C) ortalamaları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6' te gösterilmiştir. Gün ortası yaprak sıcaklığı ortalamaları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 ve 4.7' de görüldüğü gibi yaprak sıcaklıklarında en yüksek değer hem şafak vakti hem de gün ortası ölçümlerinde % 0 uygulamasında ölçülürken, en düşük değer kontrol uygulamasının her iki döneminde ölçülmüştür.

6 değişik tarihte ve şafak öncesi ile gün ortası yapılan ölçümlerde kontrol uygulamaları yaprak sıcaklıkları sera içi sıcaklığın altında değerler almış, su kısıtlaması uygulanan diğer uygulamalarda ise sıcaklık sera içi sıcaklık değerinden yüksek ölçülmüştür. Bu durum bitkilerin stresten etkilendiğinin göstergesidir.

Çizelge 4.6. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak sıcaklıkları üzerine etkileri (°C)

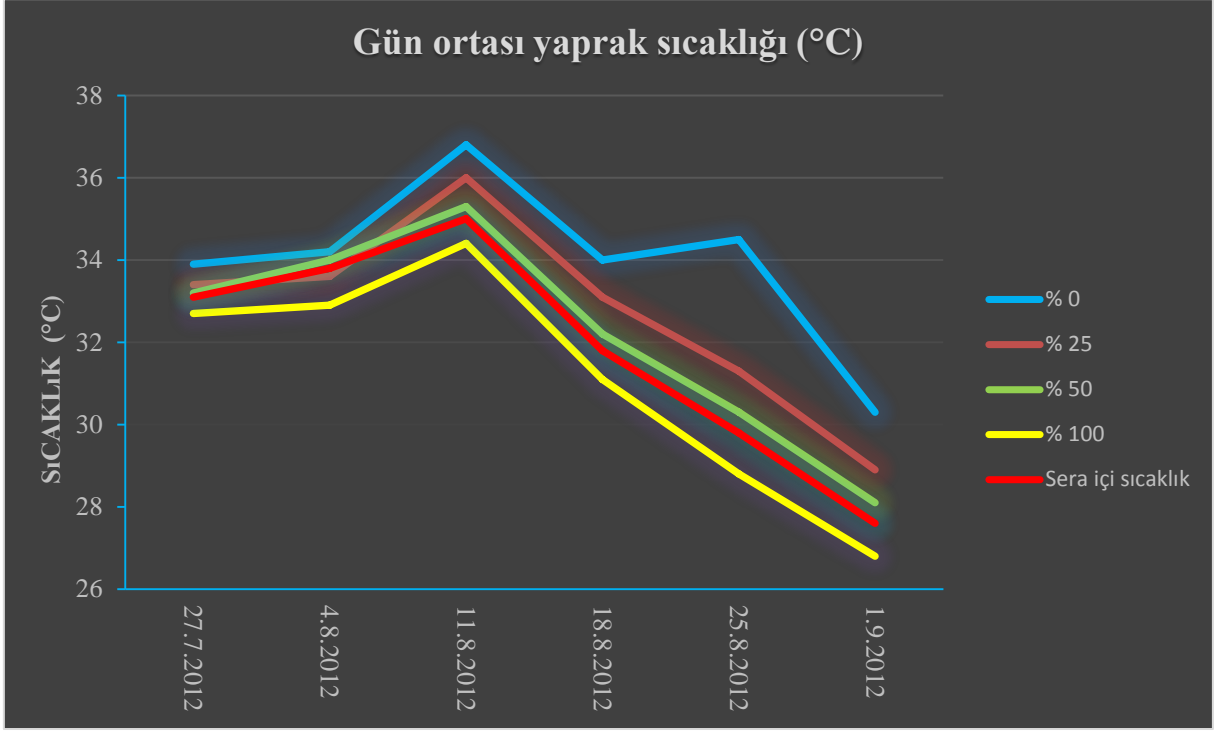
<b>Şafak öncesi yaprak sıcaklığı (°C)</b>						
<b>Tarih</b>	<b>27.7.2012</b>	<b>4.8.2012</b>	<b>11.8.2012</b>	<b>18.8.2012</b>	<b>25.8.2012</b>	<b>1.9.2012</b>
<b>Su Kısıtı</b>						
<b>0%</b>	27,4	25,4	26,9	24,1	21,1	23,3
<b>25%</b>	27,1	25	26,3	23,5	20,1	22,9
<b>50%</b>	26,9	24,9	26,0	22,8	19,6	21,8
<b>100%</b>	25,8	23,2	24,4	21,9	18,7	20,6
<b>Sera içi sıcaklık</b>	26,3	24,2	25,2	22,5	19,6	21,2



Şekil 4.6. Biberde farklı su uygulamalarının şafak öncesi yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları

Çizelge 4.7. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarının üzerine etkileri (°C)

Gün ortası yaprak sıcaklığı (°C)						
Tarih	27.7.2012	4.8.2012	11.8.2012	18.8.2012	25.8.2012	1.9.2012
Su Kısıtı						
<b>0%</b>	33,9	34,2	36,8	34,0	34,5	30,3
<b>25%</b>	33,4	33,6	36,0	33,1	31,3	28,9
<b>50%</b>	33,2	34,0	35,3	32,2	30,3	28,1
<b>100%</b>	32,7	32,9	34,4	31,1	28,8	26,8
<b>Sera içi sıcaklık</b>	33,1	33,8	35,0	31,8	29,8	27,6



Şekil 4.7. Biberde farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları

Süyüm (2011)'de karpuzda tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerlere bakıldığında; tuz ve kuraklık koşulunda da yaprak sıcaklığının arttığı belirtilmiştir.

Kaya (2011)'de tuz ve kuraklık stresinin % değişimleri kontrol bitkilerine göre farklı tepkiler göstermiştir. Tuz stresi kontrol bitkilerine göre yaprak sıcaklığı bakımından ortalama % 20.57 oranında azalma gösterirken, kuraklık stresi ortalama % 13.95 oranda artma göstermiştir. Tüm genotiplerin ortalaması değerlendirildiğinde ise tuz stresinin genel ortalaması 25 °C değerini alarak kontrol bitkilerine (32 °C) göre azalma göstermiştir. Kuraklık stresinde tüm genotiplerin ortalaması 36°C değerini almıştır.

Ayvalık zeytin fidanlarında yapılan su stresi çalışmasında yaprak sıcaklığından düşük değer tam sulama konusundan, en yüksek değer ise susuz konusundan elde edilmiştir (Pouyafard 2013).

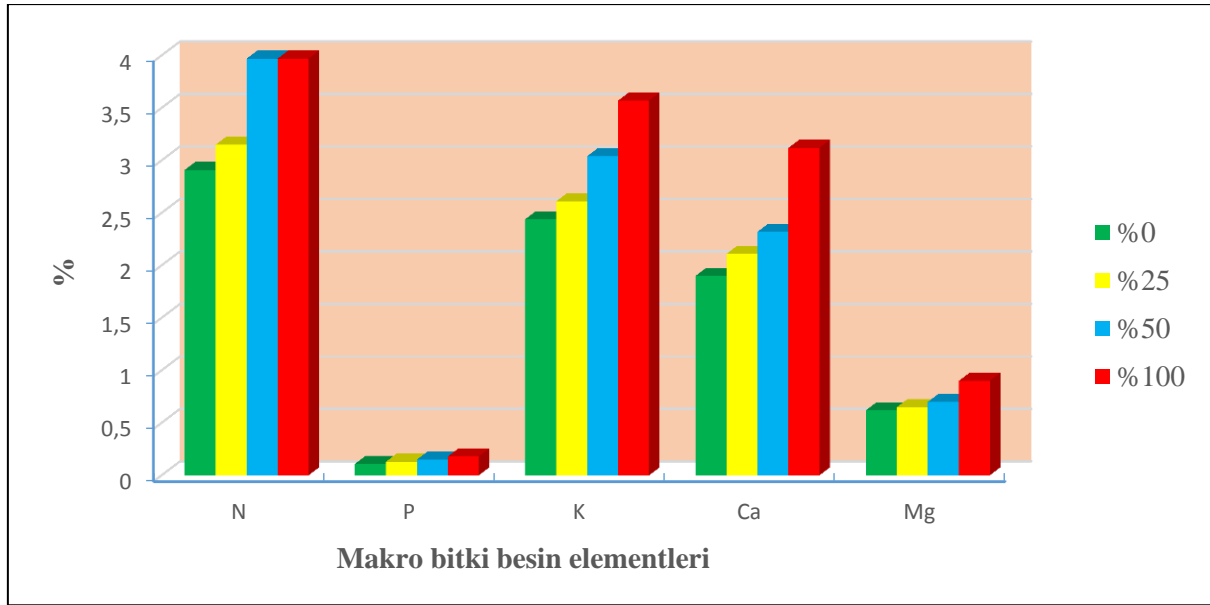
#### 4.6. Makro ve mikro besin elementi miktarları (% ve ppm)

Jalapeno biberi çeşidinde uygulanan farklı sulama uygulamalarının makro besin elementi ortalamaları üzerine etkileri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'de görüldüğü gibidir. Sonuçlar makro besin elementleri olarak (N, P, K, Ca, Mg) tek çizelge ve şekil üzerinde % olarak belirtilmiştir

Çizelge 4.8. Farklı su kısıtlarının biber yapraklarındaki makro besin elementleri ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

Makro Besin Elementleri	N	P	K	Ca	Mg
<b>Su Kısıtları</b>					
<b>% 0</b>	2,91 d	0,11 c	2,44 d	1,90 d	0,62 d
<b>% 25</b>	3,15 c	0,13 c	2,61 c	2,11 c	0,65 c
<b>% 50</b>	3,97 b	0,15 b	3,04 b	2,32 b	0,70 b
<b>% 100</b>	4,61 a	0,18 a	3,57 a	3,12 a	0,90 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur



Şekil 4.8. Farklı su kısıtlarının biber yapraklarındaki makro besin elementleri (%) farklılıkları

Çizelge 4.8’de ele alınan tüm makro besin elementlerinin istatistiksel olarak % 1 hata sınırları içinde kaldığı tespit edilmiştir.

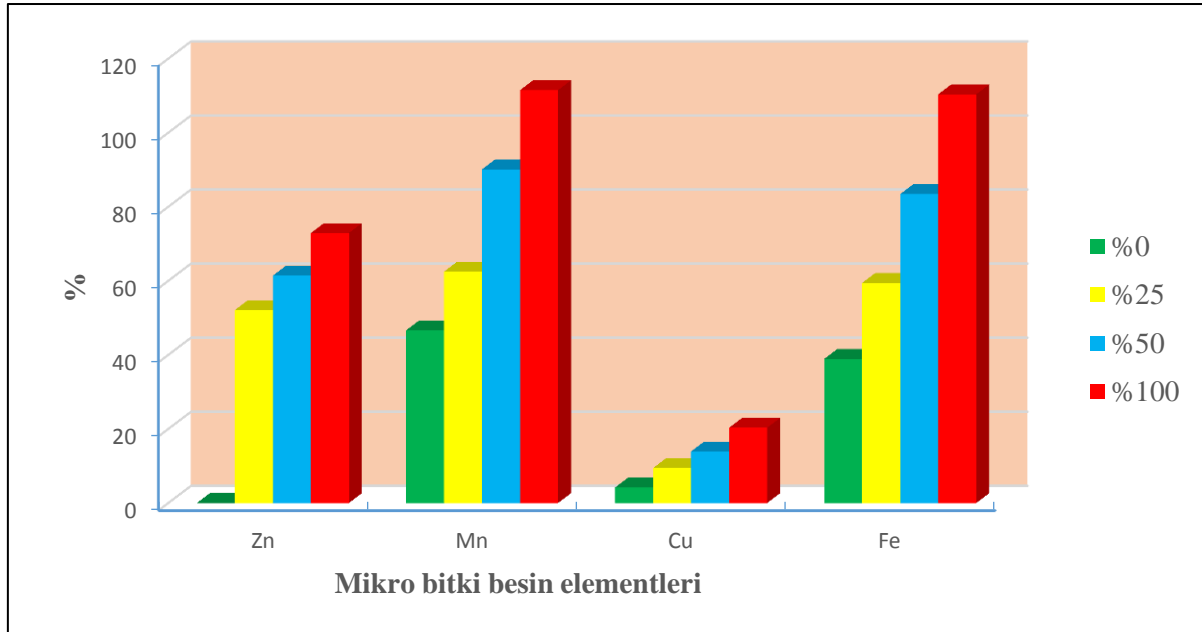
Çizelgeden okunduğu üzere sadece makro besin elementleri arasında fosfor ortalamalarında % 0 ve % 25 sulama oranlarının aynı istatistiki önem grubunda kaldıkları gözlenmektedir. Diğer tüm ortalamaların % 1 hata sınırı içerisinde kaldıkları görülmektedir.

Denememizde uygulanan farklı sulama uygulamalarının mikro besin elementi (Zn, Mn, Cu, Fe) ortalamaları üzerine etkileri ise Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9' da görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.9. Farklı su kısıtlarının biber yapraklarındaki mikro besin elementleri ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar

Mikro Besin Elementleri	Zn	Mn	Cu	Fe
<b>Su Kısıtları</b>				
<b>% 0</b>	43,20 d	46,61 d	4,20 d	38,92 d
<b>% 25</b>	52,10 c	62,47 c	9,46 c	59,45 c
<b>% 50</b>	61,41 b	90,10 b	13,94 b	83,43 b
<b>% 100</b>	72,91 a	111,49 a	20,34 a	110,38 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 4.9. Farklı su kısıtlarının biber yapraklarındaki mikro besin elementleri (ppm) farklılıkları

Mikro besin elementlerinde en yüksek ortalamaların kontrol uygulamalarında en düşük ortalamaların ise sulama uygulanmayan % 0 su kısıt uygulamalarında olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesi toprak, iklim faktörleri ve bitkinin genotipi ile ilgili özelliklere bağlıdır. Toprak ve iklim faktörlerine dış faktörler adı verilir. Dış faktörleri şöyle sıralayabiliriz: Hava, ışık, su, ısı, mekanik tutunma yeri ve bitki besin elementleri. Bitki gelişmesi yukarıda sayılan bu faktörlerin uygun bir denge halinde bulunmasına bağlıdır. Eğer bunlardan biri veya birkaçı diğerleri ile bitki gelişmesine uygun bir denge durumunda değilse, bitki gelişmesi geriler veya tamamen durur (Ergene 1937).

Bitkilerin gereksinim duydukları mineral besleyiciler toprakta yeterli ölçüde ve uygun olarak bulunmadığı zaman ya da topraktaki besinlerden bitkinin yeterince yararlanamadığı durumlarda ürün kalitesinin bozulduğu bilinmektedir. Toprakta yeterli düzeyde besin maddesinin olması, bitkinin bu besinlerden tam olarak yararlanacağı anlamına gelmemektedir (Doğan 2006).

Su, bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmasında en önemli rolü oynar. Topraktaki bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilmesi, yani bitki köklerindeki hücre zarlarından geçebilmesi için suda erimiş durumda olmaları gerekir. Bu toprak çözeltisinde bulunan tuzların bitki bünyesine geçtiği ve bitkiler tarafından kullanıldığı anlamına gelmemelidir. Bitkisel membranlar toprak çözeltisindeki maddeleri seçici olduğu gibi herhangi bir maddenin toprak çözeltisinden bitki bünyesine geçmesi de diğer bazı faktörlere bağlıdır. Ayrıca bitki kökleri ile temasta bulunan kolloid toprak parçacıklarından bir kısım bitki besin maddelerinin doğrudan doğruya köklere geçtiği kabul edilmekte ise de, bunun önemi hakkında kesin bir şey söylemek mümkün değildir (Ergene 1937, Arnon ve Stout 1939).

Toprak çözeltisindeki aşırı miktarda bulunan çözülebilir tuzlar, bitkilerin sudan yararlanabilirliğini azaltmaktadır. Böyle durumlarda yaygın bir yanıt olan su potansiyelindeki azalma, turgor potansiyelinin devamı için çözünen madde içeriğinin artırılması sonucu ozmotik potansiyeldeki azalma ile dengelenebilmektedir. Tuzluluğun artışı, bitkilerin su ve ozmotik potansiyelini daha negatif hale getirmektedir (Mudgal ve ark. 2010).

Bitkilerin gelişme ortamlarındaki su varlığı veya noksanlığı bitki gelişimi yanında bitkilerin topraktan mineral madde alımını da etkilemekte, bu durum bitkinin farklı kısımlarındaki mineral madde konsantrasyonunu da değiştirebilmektedir. Bitkilerde mineral maddelerin taşınmasının su dengesine bağlı olduğu, bitki türünün de mineral maddenin bitkiler tarafından alınımı ve taşınmasında önemli rol oynadığı ortaya çıkmaktadır (Gözüaçık 2013).

Sulamanın tüm besin elementleri üzerine etkisinde kontrol sulama gruplarında en yüksek değerlere ulaşırken, en düşük değerlere % 0 uygulamalarında ulaşıldığı tespit



edilmiştir. Bunun sebebi ise; kontrol grubunda bitkilere % 100 sulama yapıldığı için gelişimlerini tam olarak tamamlamış olan yapraklar toprakta bulunan su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için bitki gelişimi ve buna paralel olarak da yapraklarda makro ve mikro besin elementleri miktarlarının arttığı düşünülmektedir. % 0 su kısıtı grubunda en düşük çıkmasının sebebi ise; bitkinin strese girerek gelişimini tamamlayamadığı için bünyesindeki besin elementi birikimleri yeterli olmamıştır (Çelik 2014).

Bazı araştırmacıların farklı besin elementlerinde yaptığı çalışmaların bazıları çalışmamızı destekler nitelikte olduğu gibi bazı görüşler besin elementlerinin stres durumunda toprak üstü organlarda ya da toprak altı organlarda artış gösterdiği yönündedir.

Kışnişte farklı bitki kısımları ve kuraklık şiddetine göre mineral madde içeriğindeki değişim genel olarak değerlendirildiğinde; potasyum içeriği açısından bitki kısımları ile kuraklık şiddetinin birlikte etkisinin % 50 kuraklık şiddetinde ve köklerde en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Normal sulama koşullarında köklerde ve % 50 kuraklık koşullarında gövdede potasyum içeriklerinin minimum seviyede kaldığı belirlenmiştir Kuraklık şiddetinin artışı ile birlikte, kışniş bitkilerindeki sodyum elementinin içeriğinde azalma gerçekleşirken, Mg, K ve Ca elementlerinde bir artış ortaya çıkmıştır Genel olarak değerlendirildiğinde bitkinin toprak üstü kısımlarına nazaran kök kısımlarında mineral madde içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum bitkide mineral maddelerin alınımı ve taşınmasında suyun önemini ortaya koymaktadır. (Gözüaçık 2013).

Kaya ve Daşgan (2013)'te tuz ve kuraklık stresi uygulanan bitkilerde yeşil aksam K konsantrasyonu tuz stresi altındaki bitkilerde artarken, kuraklık stresinde azalma göstermiştir. Kök K konsantrasyonu ise her iki stresten de olumsuz etkilenerek azalma göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi sonucu yeşil aksam Ca konsantrasyonu kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimleri azalma göstermiştir. Kök Ca konsantrasyonu ise tuz stresi altındaki bitkilerde artma gösterirken, kuraklık stresi altındaki bitkilerde kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimlerinin düşük oranda azalma gösterdiği belirtilmiştir.

Osuagwu ve Edeoga (2012) tarafından *G. latifolium* bitkisi kuraklık koşulları altında yetiştirilerek mineral içerikleri incelenmiş, su stresi sonucu bitkinin yapraklarında potasyum içeriğinin önemli ölçüde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Fasulye bitkileri stres altında K birikimi ile stomaların düzenlenmesini, ozmotik dengeyi, protein sentezini ve aynı zamanda turgor basıncını ayarlayarak terlemeyi de azaltarak kuraklıktan zarar görmesini engellemeye çalışmıştır. Bu veriler ışığında tüm fasulye genotiplerinin K<sup>+</sup> birikimlerini artırarak kuraklıktan korunma cabasını gösterdiklerini, ancak

diğer faktörlerinde etkisiyle bazıları strese daha fazla tolerans gösterirken bazıları daha az toleranslı olabilmüşlerdir (Köse 2011).

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen fasulye genotiplerinde kontrol bitkilerine göre % değişim ise K konsantrasyonu bakımından tuz uygulanan bitkilerde genel olarak ortalama % 32.05 oranında artma meydana gelirken, kuraklık stresi altında yetiştirilen genotiplerde bu ortalama % 11.26 oranında azalma meydana getirmiştir. Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresinde de su eksikliği ile birlikte turgor basıncında meydana gelen azalma ve K alımının engellenmesi, kurak koşullarda bitki bünyesinde K konsantrasyonunda azalmaya neden olmaktadır. Tuz ve kuraklık stresi sonucu elde edilen değerler bakımından kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde Ca konsantrasyonunun daha az olduğu belirlenmiştir. Genel olarak kuraklık stresinin kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimi % 54.22 oranında azalma gösterirken, bu azalma oranı tuz uygulanan bitkilerde % 11.65 olduğu görülmüştür (Kaya 2011).

Biberde 24-Epibrassinolid (EBL) uygulamaları ile kuraklık stresine karşı toleransın artırılması çalışmasında, EBL ile muamele edilmemiş bitkilerde kuraklık stresi sonucu  $K^+$  içeriği azalmış fakat EBL uygulamaları ile  $K^+$  içeriğinin strese maruz kalmayan bitkilerdeki seviyelere ulaştığı görülmüştür (Arslan 2011).

Tuz ve kuraklık stresleri nedeniyle yeşil aksam K konsantrasyonlarında azalmanın meydana geldiği; ancak genel olarak tuz stresinde oluşan bu kayıpların kuraklık stresine oranla daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Kuşvuran 2010).

Fasulye bitkileri stres altında K birikimi ile stomaların düzenlenmesini, ozmotik dengeyi, protein sentezini ve aynı zamanda turgor basıncını ayarlayarak terlemeyi de azaltarak kuraklıktan zarar görmesini engellemeye çalışmıştır. Bu veriler ışığında tüm fasulye genotiplerinin  $K^+$  birikimlerini artırarak kuraklıktan korunma çabasını gösterdiklerini, ancak diğer faktörlerinde etkisiyle bazıları strese daha fazla tolerans gösterirken bazılarının daha az toleranslı olabildikleri bildirilmiştir (Özpay 2008).

Nasri ve ark. (2008), kolzada yaptıkları araştırmada artan kuraklık stresi sonucu yapraklarda K konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir.

Fasulye bitkisinde yapılan kuraklık denemesinde,  $K^+$ 'un yapraklardaki alımının şiddetli su stresinde düştüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bunun nedenin de Hoagland besleyici çözeltisindeki fosfor veya azotun  $K^+$  alımını azaltmış olabileceği ayrıca topraktaki su içeriğinin azalmasının kök çevresindeki  $K^+$  miktarını düşürdüğü için buna bağlı olarak alımın inhibe olduğunu düşündürmüştür (Doğan 2006).

Soya fasulyesindeki ksilem özsuyunda, K içeriği, azalan su potansiyeli ile birlikte düşüş göstermektedir Yüksek bitkilerde toprak solüsyonundan K alımının düşük olmasının bir nedenin de muhtemelen bitki köklerinin epidermis ve kortekslerinin K<sup>+</sup> kanallarının içeride olması düşünülmektedir (Roberts 1998).

Kuraklık stresi uygulanmış kabak genotiplerinin kök bölgesinde Ca birikimi bakımından azalma olurken, gövde ve yapraklardaki ortalama Ca birikimlerinde artış olmuştur (Köse 2011).

Bitkilerde Ca, membran bütünlüğünün sağlanması, iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin sağlanması açısından oldukça önemli bir elementtir. Kalsiyum iyonun floemde hareketliliğinin (taşınımın) çok sınırlı olması, esas itibariyle ksilemde taşınması nedeniyle, kuraklık stresinde su az/sınırlı olduğunda (veya hiç olmadığında) ksilem ile Ca taşınması azalmıştır. Bu nedenle tuz stresi ile karşılaştırıldığında kuraklık stresinde Ca yeşil aksam konsantrasyonu düşük çıkmış olabilir. Stres koşullarında Ca iyon içeriği kontrollere göre azalma göstermiştir. Ancak kuraklık stresinde bu azalma daha belirgin bir biçimde ortaya çıkmıştır. Tuz stresi koşullarında genotiplerin ortalama % değişimleri % 26.13 olmasına karşın kuraklık stresinde % 39.78 oranında meydana gelmiştir Ca/Na oranı tuz ve kuraklık stresinde farklı değerlerde oluşmuştur. Kontrol bitkileri ile karşılaştırılması ile oluşturulan % değişimler tuz stresinde % 82.33 olmuştur. Buradaki en büyük etken tuz stresi koşullarında genotiplerin bünyelerine aldıkları Na iyonunun fazla olmasıdır. Kuraklık stresinde ise bu oran % 55.34 oranında kalmıştır (Kuşvuran 2010).

Etchebarne ve ark. (2009)'da su stresi altındayken kalsiyumun birikim miktarında azalmalar meydana geldiği bildirilmiştir.

Abdalla ve El-Khoshiban (2007), buğdayda yaptıkları kuraklık denemesinde, su eksikliğinin kök ve yeşil aksamda Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu, meydana gelen bu azalmanın hassas genotiplerde daha belirgin şekilde ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Kuraklık, fasulye bitkilerinin yeşil aksamında Ca konsantrasyonunda azalmaya neden olmuştur. Ca iyonun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlanmasına neden olmaktadır (Kiegle ve ark. 2000).

Palta (2000)'da kurak ortamda yetişen bitkilerde besin elementi olan kalsiyum giderek azalmıştır.

Kışnişte yapılan kuraklık çalışmasında elde edilen verilere göre kuraklık şiddetinin artışıyla birlikte Mg içeriğinin de arttığı belirlenmiştir (Gözüaçık 2013).

Kuraklık stresi yaprakların  $Mg^{+2}$  miktarında kontrole göre önemli sayılabilecek azalmalara yol açmaktadır.  $Mg^{+2}$  elementi genel olarak klorofilde bulunduğundan stres şartlarında klorofil miktarında meydana gelen azalma nedeniyle  $Mg^{+2}$  oranında da azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Kayabaşı 2011).

Fe ve Zn alınımında kabakta genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüştür. Kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, kuraklık uygulanan bitkilerin Fe alınımında azalmaların olduğu görülmüştür. 10 günlük stres uygulaması sonunda bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki Fe birikimleri incelenmiş, PEG uygulanmış bir kabak genotipi hariç tüm kabak genotiplerinin köklerindeki Fe miktarı kontrol bitkilerinkine göre azalmıştır. Gövdelerindeki Fe birikimlerine göre incelendiğinde ise köklere göre daha düşük azalmaların olduğu, aynı zamanda yapraktaki birikimlerin de köklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı durum yapraklarda da görülmüş, fakat yaprakların Fe birikimleri gövdeye göre daha yüksek bulunmuş, ancak kontrol bitkilerine göre artış olduğu görülmüştür. Fe iyonlarının yaprakta artış göstermesinin sebebi ise kuraklıktan dolayı bitkilerin yapraklarını daraltarak alanlarının küçülmesi ile birim miktardaki iyon miktarında artış olarak görülmüştür. Bitkiler strese girdikten sonra stomalarını kapatarak yeşil aksam gelişimlerini durdurmalarına karşın kök gelişimlerini devam ettirmişlerdir. Kuraklık stresi uygulanmış kabak bitkilerinin kök aksamları kontrol bitkilerine göre yüksek bulunmuştur. Bitki su almadığı halde yapısındaki su ve asimilatları kullanarak kök gelişimini devam ettirmesi ve kök hacmini büyütmesi ile yapısında bulunan Fe elementini seyreletmiştir. Bu yüzden kuraklık uygulanan bitkilerin köklerindeki azalma daha yüksek çıkmıştır. Kök, gövde ve yapraktaki çinko (Zn)'da oluşan değerler birlikte incelendiğinde kontrol grubu ile stres uygulanmış grup arasında oluşan fark değerleri kök ve gövde azalma, yaprakta ise artış şeklinde bir değişim meydana gelmiştir (Köse 2011).

Fasulye bitkisinde yapılan kuraklık denemesinde,  $Zn^{+2}$  'nun  $Mg^{+2}$  'un bitki tarafından alınımını olumsuz yönde etkilemesi sebebiyle  $Mg^{+2}$  alınımının bitkideki miktarının düşebileceği, topraktaki  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$  ve  $Mn^{2+}$  gibi katyonların miktarlarının bitkide  $Mg^{2+}$  noksanlığına sebep olabileceği,  $Mn^{2+}$  'ın  $Mg^{2+}$  'un adsorbsiyonunda (yüzeğe bağlama) önemli rol oynaması nedeniyle  $Mg^{2+}$  'un bitki tarafından alınımında azalma meydana gelebileceğini düşündürmektedir. Yapılan deneylerde  $Zn^{2+}$  'nun  $Fe^{2+}$  'in alınımını olumsuz yönde  $Mn^{2+}$  'ın  $Fe^{2+}$  'in adsorbsiyonunda (yüzeğe bağlama) önemli rol oynaması nedeniyle  $Fe^{2+}$  'in bitki tarafından alınımında azalma meydana getirebileceği Hoagland besleyici çözeltisindeki fosfor veya bakırın  $Fe^{2+}$  alınımını azaltmış olabileceğini düşündürmektedir. Fasulye yapraklarındaki çinko miktarının artmış olduğu ve bu artışın köklerdeki iyon

seçiciliğinden ve diğer iyonlara oranla  $Zn^{2+}$  un iyon yarıçapının daha düşük olmasından dolayı bitki tarafından alımında artış meydana gelebileceğini düşündürmektedir. Elde edilen veriler sonucunda da  $K^+$  un  $Mn^{2+}$  in alımını olumlu yönde etkileyebileceği, ortamdaki fazla miktardaki azot kaynaklarının  $Mn^{2+}$  un alımını arttırabileceği,  $Fe^{2+}$  ve  $Mn^{2+}$  in birbirleri üzerine zıt etkileşimi ile  $Fe^{2+}$  in arttığı yerde  $Mn^{2+}$  nin azalması,  $Mn^{2+}$  nin arttığı yerde  $Fe^{2+}$  in azalması nedeniyle bitkideki  $Mn^{2+}$  artısının meydana gelebileceğini düşündürmektedir (Doğan 2006).

Kabak bitkisinde yapılan kuraklık denemesinde genotipler ayrı ayrı incelendiğinde kök, gövde ve yaprakta bazı genotiplerin Mn birikimleri azalırken bazılarının Mn birikimleri kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Kuraklığa daha toleranslı olanlar daha yüksek besin elementi birikimi yapmışlardır (Köse 2011).

Kuraklık uygulanması yapılmış bitkilerin yapraklarındaki Zn birikimleri kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde artmış, bazı genotiplerde azalmış ve bazı genotiplerde değişiklik olmamıştır. Kuraklık uygulanması yapılmış bitkilerin gövdelerindeki Mn birikimleri kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde artmış, bazı genotiplerde azalmış ve bazı genotiplerde ise değişiklik olmamıştır (Özpay 2008).

#### 4.7. Zararlanma dereceleri

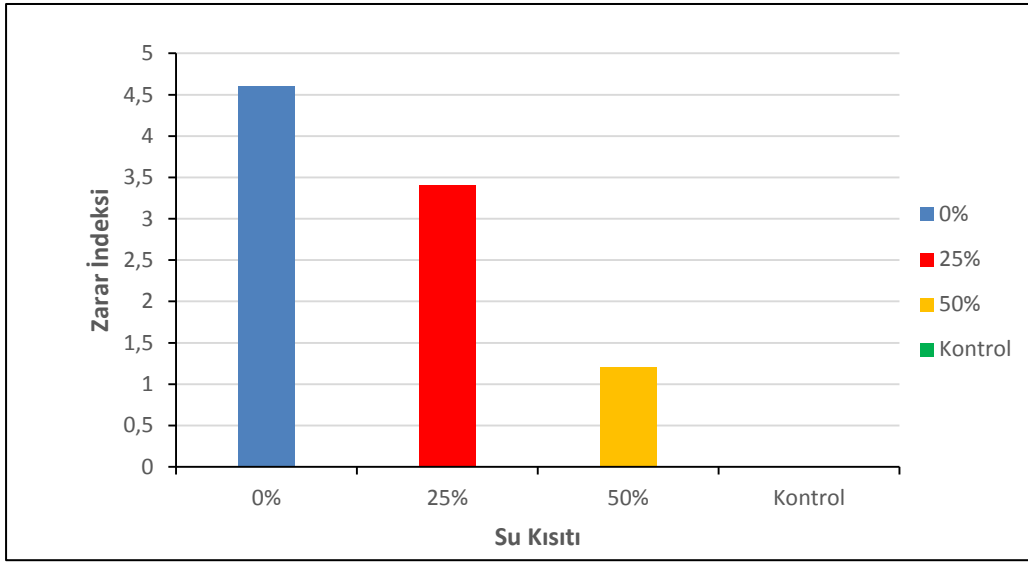
Deneme aşamasında kaydettiğimiz zararlanma derecelerine ait değerler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10' da görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.10. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

<b>% 0</b>	<b>% 25</b>	<b>% 50</b>	<b>Kontrol</b>
4,60 a	3,40 b	1,20 c	0,01 d

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Zararlanma derecesi bakımından ele alınan su kısıtlamaları sonucunda uygulamalar % istatistiksel hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.10. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Bu değerler incelendiğinde sulama uygulanmayan ve yapraklarda solma, küçülme ve kuruma meydana gelen bitkilerin (% 0) skala değeri en yüksek olup (4,6) bu değeri % 25 sulama uygulaması (3,4) ve % 50 su kısıtı uygulanan bitkiler (1,2) izlemektedir. Su kısıtı uygulanmayan % 100 sulamanın yapıldığı ve yapraklarda hiçbir zararlanmanın olmadığı kontrol bitkilerinin skala değeri en düşüktür (0,01).

Deneme süresince elde ettiğimiz zararlanma derecelerini veren Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10 incelendiğinde de su kısıtlamalarının artışıyla ısıtmasız plastik sera şartlarında bitkilerde skala değerinin yükseldiği ve yapraklarda zararlanmanın arttığı anlaşılmaktadır. % 0 uygulamasında skala değeri en yüksek olup bitkilerde gelişmenin ilk evrelerinde yapraklarda küçülme daha ileriki devrelerde solma ve yaprak uçlarında kuruma şeklinde etki görülmüştür. Artık iyiden iyiye kuraklık stresi gösteren % 0 uygulamasında bitkide tamamen kuruma meydana gelmektedir. % 25 uygulamamızda ise yapraklarda solgunluk görülmüştür. Bu sonuçlara bakılarak zararlanma derecelerinin araştırmamızda önemli olduğu anlaşılmıştır.

Çelik (2014), yaptığı çalışmada zararlanma derecesinin % 0 uygulamasında en yüksek değere sahip olmasının yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı olduğunu belirtmiştir.

Kaya ve Daşgan (2013), yaptıkları tuzluluk ve kuraklık çalışmasında kuraklık uygulaması ve 200 mM NaCl uygulanan fasulye genotiplerinde görsel skala değerlendirmesi bakımından ortaya çıkan değişimlerin geniş bir varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Arslan (2011), sulanmış fidelerde herhangi bir hasar belirtisi gözlemlenmemiş olmasına rağmen, bir haftalık kuraklık stresine maruz kalan biber fidelerinde yaprak kıvrılmaları, sararma ve nekrotik yaralanmaların başladığını belirtmiştir.

Çeçen (2004), bitkilerin kuraklığa maruz kalma süresi uzadıkça yapraklarında sararma ve nekrotik tabakaların oluşumunda artış tespit edildiğini, daha fazla kuraklık stresine maruz kalma ise bitkilerin yapraklarının zamanla kıvrılmasına, kurummasına ve yaşamını yitirmesine sebep olduğunu belirtmiştir.

Yukarıda bahsedilen araştırma sonuçları elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

#### 4.8. Yaprak sayısı (adet)

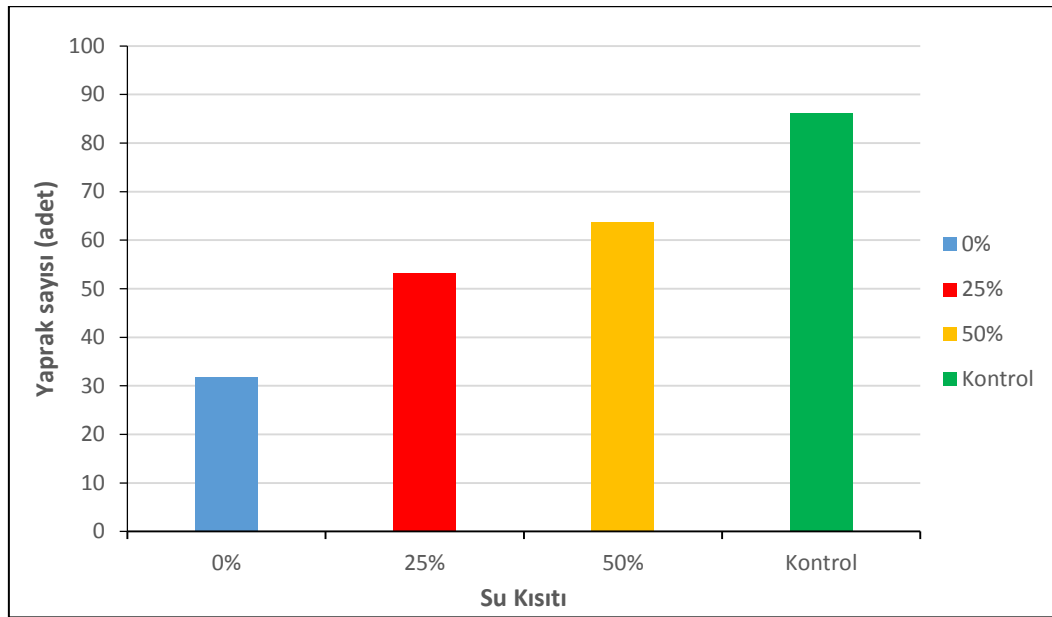
Değişik su kısıtlamalarının uygulandığı Jalapeno biber çeşidinde saptanan ortalama yaprak sayısı değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’ de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
31,80 d	53,20 c	63,80 b	86,20 a

\*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Yaprak sayısı değerlerinde meydana gelen değişimler % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.11. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

En yüksek yaprak sayısı ortalamaları çizelgeden de görüldüğü gibi % 100 (86,20 adet) uygulamasından elde edilirken bu değeri yaprak sayısındaki azalmayla % 50 uygulama (63,80 adet) ve % 25 uygulama (53,20 adet) izlemiştir. En düşük yaprak sayısı ortalaması hiç sulama uygulanmayan % 0 uygulamasında gözlemlenmiştir. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11 üzerinde de görüldüğü gibi sulamanın artışıyla yaprak sayısında artış meydana gelmiştir.

Bu değerlere bakılarak en yüksek yaprak sayısı ortalamalarının kontrol bitkilerinden elde edildiği anlaşılmaktadır. % 50 uygulama da yaprak sayısı bakımından kontrol bitkisini azalarak takip etmiştir. % 25 uygulamada ise yapraklarda meydana gelen solmanın yanında yaprak sayısı da %50 ve kontrol bitkilerine kıyasla azalma göstermiştir. % 0 uygulamada yapraklardaki küçülme ve kurumanın yanı sıra yaprak sayısında da önemli azalmalar meydana gelmiştir. Birbirine paralel olarak sulamanın kısıtlanması bitki gelişimini olumsuz etkilemekte ve dolayısıyla yaprak sayısında azalmalara neden olmaktadır.

Kaya (2011), kuraklık stresi sonucunda fasulye genotiplerinin yaprak sayılarında kontrol bitkilerine göre azalma olduğunu saptamıştır.

Kalefetoğlu (2006), nohut çeşit ve hatlarının kuraklık stresine karşı dayanıklılığının karakterizasyonu çalışmasında, yaprak sayısının tüm genotiplerinin kontrol ve stres gruplarında zamana bağlı olarak arttığını, ancak bu artışın stres gruplarında kontrol gruplarından daha az olduğunu belirtmiştir.

Altunlu (2011), kuraklığın yaprak sayısı üzerine etkisini önemli olmuş, kuraklık uygulamasının yaprak sayısını azalttığını belirtmiştir.

Kaya ve Daşgan (2013), tuzluluk ve kuraklık koşullarındaki fasulye genotiplerinde yaprak sayısı bakımından % değişimlere göre bir değerlendirme yapıldığında genel ortalamaya bakılarak 2 stres arasında yaklaşık % 10'luk bir fark görüldüğünü, kuraklık stresinin fasulye genotiplerinde % 63.72 oranında bir kayba sebep olmasına rağmen tuz stresinde bu oranın % 54.01 olarak belirlendiğini belirtmiştir.

Kavunlarda kuraklığa ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar çalışmasında, kuraklık ve tuz stresinin bitkilerin yaprak sayısında kontrol bitkilerine göre azalma meydana getirdiği, kuraklık karşısında bitki büyüme ve gelişmesi için yeterli besin elementi alamayan bitkilerin, yeterli yaprak sayısı ve alanını da oluşturamadığı belirtilmiştir (Kuşvuran 2010).

Kuşvuran ve ark. (2011), stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha az yaprak sayısı ve yaprak alanı oluşturduğunu belirtmişlerdir.



#### 4.9. Tek yaprak ağırlığı (g)

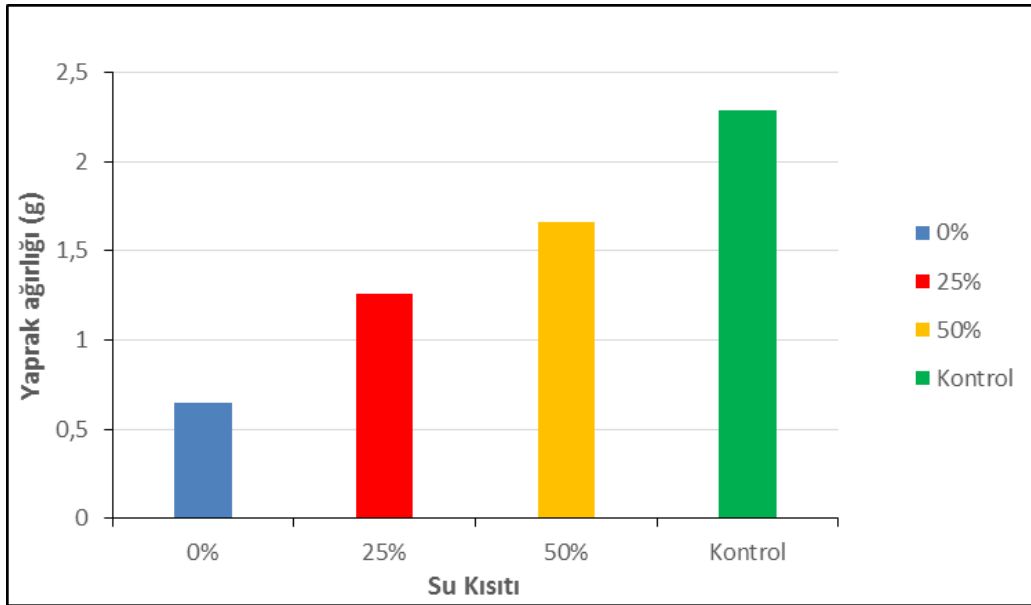
Bitkilere uygulanan yapay stresin yaprak ağırlığı ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testine göre gruplar Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12' de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı su kısıtlarının biberde tek yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
0,65 d	1,26 c	1,66 b	2,29 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Ortalamalara bakılarak tek yaprak ağırlığı değerlerinde meydana gelen değişimler % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil.4.12. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Denemede çalıştığımız Jalapeno biber çeşidinde farklı su kısıtlamalarının tek yaprak ağırlığı ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12' de görülmektedir.

Su uygulamalarının tek yaprak ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde tek yaprak ağırlığı ortalamaları en düşük % 0 uygulamasında karşılaşılmıştır (0,65 g). Bu değeri artış göstererek % 25 su kısıtı uygulaması (1,26 g) ve % 50 su kısıtı uygulaması (1,66 g) izlemiştir. En yüksek yaprak ağırlığı ise kontrol bitkisinden elde edilmiştir (2,29 g).

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12’de görüldüğü gibi sulamanın artışıyla tek yaprak ağırlığında artışın meydana geldiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Tek yaprak ağırlıkları genel olarak su kısıtı uygulanmayan % 100 (kontrol) uygulamasından en yüksek elde edilirken, en düşük tek yaprak ağırlığı % 0 uygulamasından elde edilmiştir.

Doğan (2006), fasulye bitkisinin, yaprak yaş ağırlıkları ile ilgili yaptığı deneme sonucunda yaprak yaş ağırlıklarındaki azalmayı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulmuştur.

Deveci ve Uyan (2011), ıspanakta su kısıtındaki artışa paralel olarak yaprak ağırlıklarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Arslan (2011), bitkilerde kuraklık stresi sonucu fotosentezde birçok fizyolojik olaylar dizininin sekteye uğradığını, stomaların kapanmasına bağlı olarak CO<sub>2</sub> alınabilirliğinin kısıtlanması ile de fotosentezde düşüşler görüldüğünü belirterek, fotosentezin azalmasına bağlı olarak birçok hayati reaksiyonların gerçekleşmediğini ve bunun sonucunda bitkilerde büyüme ve gelişmenin yavaşladığını veya durduğunu savunmuştur.

Yağmur (2008), farklı asma çeşitlerine uygulanan kuraklık stresinde asma çeşitlerinin yaprak yaş ve kuru ağırlığına ilişkin değerlerin, kullanılan sekiz asma çeşidinde de, kontrollerine göre genellikle azaldığını belirtmiştir.

Erken (2012), brokoliye uygulanan su stresi uygulamalarında uygulanan sulama suyu miktarındaki değişimlere göre yaş yaprak ağırlığı değerlerinin de arttığını saptamıştır.

Karagöz (2012), ACC Deaminaze içeren bitki büyümesini teşvik edici bakteriler tarafından su stresinin azaltılması ve şeker pancarı gelişmesinin artırılması çalışmasında, en yüksek toplam yaş yaprak ağırlığının optimum sulama uygulamasında, en düşük yaş yaprak ağırlığının ise tarla kapasitesinin %25 düzeyinde su uygulamasında meydana geldiğini belirtmiş, aşılama da kullanılan tüm bakterilerin kontrole kıyasla şeker pancarı yaş yaprak ağırlığında artış sağladığını, en yüksek şeker pancarı yaş yaprak ağırlığı artışı sağlayan *Pseudomonas putida* B3/10 ve *Bacillus subtilis* BS6/3 aşılama ları mineral gübre uygulaması ve diğer bakteri aşılama larına kıyasla şeker pancarı yaş yaprak ağırlığını önemli miktarda arttırdığını savunmuştur.

#### 4.10. Yaprak kalınlığı (mm)

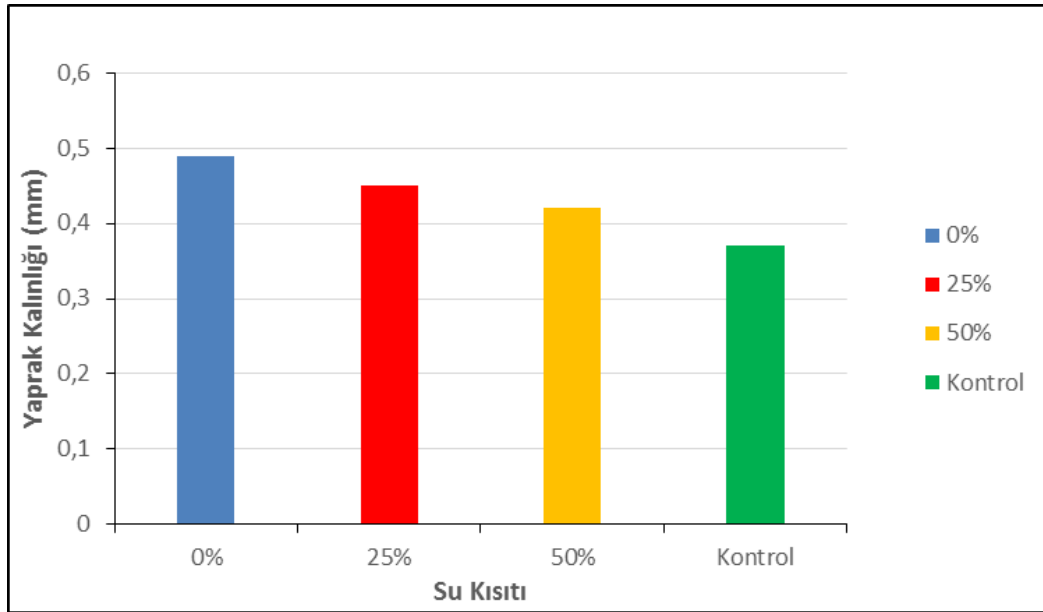
Değişik vejetasyon dönemlerinde farklı sulama uygulamalarında elde edilen yaprak kalınlığı ortalamaları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
0,49 a	0,45 b	0,42 c	0,37 d

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Yaprak kalınlığı ortalamaları tüm sulama uygulamaları bakımından % 1 istatistiksel hata sınırları içerisinde kalmıştır



Şekil 4.13. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Jalapeno biber çeşidinde farklı su kısıtlarının yaprak kalınlığı ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13'te görülmektedir. Çizelge göstermektedir ki en fazla yaprak kalınlığı % 0 uygulamamızdan elde edilmiştir. Sulama oranlarının artırılmasıyla yaprak kalınlıkları her sulama uygulamasında sırasıyla azalma göstermiştir.

Değişik su uygulamalarına göre en fazla yaprak kalınlığı % 0 uygulamasından (0,49 mm) elde edilmiştir. % 25 su kısıtı uygulamasında yaprak kalınlığı 0,45 mm ölçülürken % 50 ve % 0 su kısıtı uygulamalarında ölçümler sırasıyla 0,42 mm ve 0,37 mm ölçülmüştür.

Kutikulanın varlığı, epidermisten su kaybını azaltmaktadır (kutikular transpirasyon). Mumlar, hem yüzeyde hem de kutikulanın iç tabakalarında birikirse de, içteki tabaka, su kaybının denetlenmesinde daha önemlidir. Ayrıca kutikulanın kalınlığının artması CO<sub>2</sub>'e geçirgenliği de azaltır; ancak kutikulanın altındaki epidermis hücreleri fotosentez yapmadığından yapraktaki fotosentez bundan etkilenmemektedir. Bununla birlikte, kutikuladan yapılan transpirasyon toplam yaprak transpirasyonunun yalnızca %5 ila % 10'u kadardır. Bu nedenle, kutikular transpirasyon yalnızca stres çok şiddetli olduğunda ya da kutikula zarar gördüğünde (örneğin, rüzgârın sürüklediği tozlardan) önemlidir (Taiz ve Zeiger 2008).

#### 4.11. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)

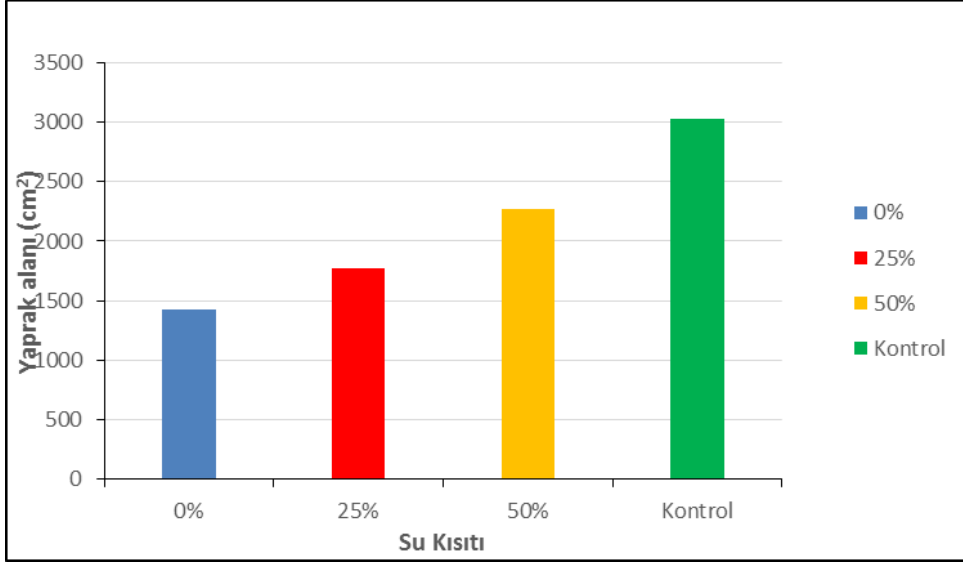
Denemede ele alınan Jalapeno biber çeşidinin değişik su kısıtlamaları sonucunda yaprak alanı değerleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14' te görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
1424,25 d	1767,92 c	2264,60 b	3026,51 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Elde edilen ortalamalar sonucunda yaprak alanı bakımından ele alınan faktör % 1 istatistiksel hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.14. Farklı su kısıtlarının biberde yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Farklı su kısıtlamalarının yaprak alanı üzerindeki etkileri incelendiğinde % 0 uygulamasından en düşük (1424,2 cm<sup>2</sup>) sonuç elde edilmiştir. % 50 ve % 25 su kısıtı uygulamalarından elde edilen değerler sırasıyla 2264,6 cm<sup>2</sup> ve 1767,9 cm<sup>2</sup> olmuştur. Kontrol uygulamasından ise en yüksek (3026,5 cm<sup>2</sup>) yaprak alanı ortalamaları elde edilmiştir.

Ortalamaların artışından da anlaşılacağı gibi sulama düzeyindeki azalma yaprak alanında da azalmaya neden olmuştur.

Farklı su uygulamalarında saptanan yaprak alanı değerleri incelendiğinde, en yüksek yaprak alanı değerinin kontrol uygulamasında ölçüldüğü görülmektedir. Diğer uygulamalarda ise yaprak alanı değeri su stresi arttıkça azalmıştır. Bu durum Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14’ te gözlenebilir. Özellikle % 25 ve % 0 su kısıtı uygulanan parsellerimizde bariz yaprak küçülmeleri görülmüş aynı zamanda yaprakların aşağı doğru kıvrıldıkları ve solgunlukları gözlenmiştir.

Çırak ve Esendal (2006), kuraklık stresi ile total yaprak alanının azaldığını ve dolayısıyla fotosentezin yavaşladığını belirtmiştir.

Arslan (2011), stresin bitkilerde yaprak alanında meydana getirdiği şiddetli azalmalar ile kendini gösterdiğini belirtmiş, yapılan EBL uygulamaları ile stresli koşullarda yetiştirilen bitkilerin yaprak alanlarının uygulama yapılmamış bitkilerle kıyaslandığında arttığını savunmuştur

Kuraklık bitkide fotosentezi büyük oranda etkilemektedir. Kurak stresi ile toplam yaprak alanı azalmakta ve fotosentez yavaşlamaktadır. Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne

kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir (Mahajan ve Tuteja 2005).

Su stresi altında stomalar kapanır, fakat yapraklar tarafından ışık enerjisi emilmeye devam eder. Fotosentezde kullanılan CO<sub>2</sub>'in yapraklara girişi engellenir veya sınırlanır. Bu durumda ne olduğuna dair çalışmalar yapılmış olmasına rağmen çok net sonuçlar ortada yoktur. Muhakkak ki bu durumda, fotosentezin ışık reaksiyonları devam ederken CO<sub>2</sub> fiksasyon safhası engellenmekte ve sınırlanmaktadır (Köşkeröğlu 2006).

Van den Boogard ve ark. (1997), buğdayda kurak koşullar altında yaprak alanının normal koşullara göre daha yavaş artış gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Erken (2012), su kısıntısı oranının artışı ile birlikte bir bitkiye ait olan toplam yaprak alanlarında azalmaların olduğunu belirtmişlerdir.

Sera koşullarında biberin bitki su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında YAİ değerleri sulama suyu arttıkça artmış, azaldıkça azalmıştır (Yıldırım 2012).

Yaprak alanı tüm fasulye genotiplerinde, tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi göstermiştir. Genotiplerin daha çok kurak koşullarından etkilendiği görülen çalışmada genotiplerin kontrol bitkilerine göre ortalama % değişim oranı % 72.59 olurken, bu değer tuz stresinde % 60.73 düzeyinde saptanmıştır (Kaya ve Daşgan 2013).

Tuz ve kuraklık stresleri kavun bitkilerinde, yaprak alanı bakımından değişen oranlarda kayıplara neden olmuştur. Ancak tuz stresinin yaprak alanı bakımından sınırlayıcı etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Tuz koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin kontrollerine göre yaprak alanı % değişimleri % 54.39 olmasına karşın kuraklık stresinde bu oran % 49.59 düzeyinde kalmıştır (Kuşvuran 2010).

Stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha az yaprak sayısı ve yaprak alanı oluşturduğu belirlenmiştir (Kuşvuran ve ark. 2011).

Süyüm (2006) 'da stres koşullarında yaprak alanının küçülmesinin nedenlerinin transpirasyonla kaybedilen suyun azaltılması aynı zamanda fotosentez oranında azalmanın olduğu ve bu durumun bitkinin gelişmesinde negatif yönlü etki yarattığı bildirilmiştir.

İspanağın farklı tuzluluk ve su stresi koşullarında tepkisinin belirlenmesi çalışmasında; azalan su uygulamasına paralel şekilde yaprak alanı azalma göstermiştir (Yurtyeri 2009).

#### 4.12. Tek meyve ağırlığı (g)

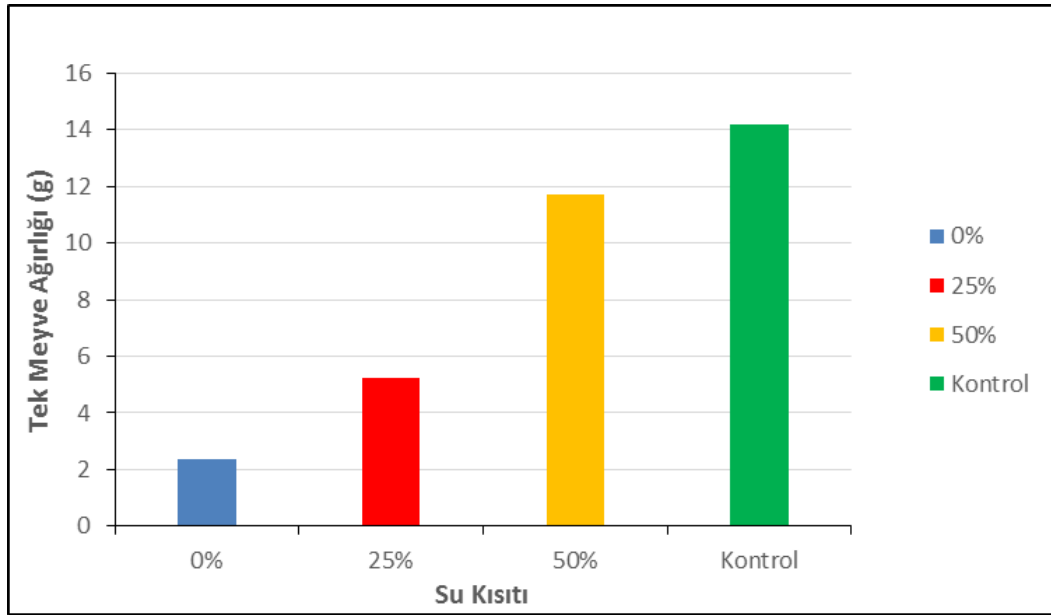
Su kısıtı uygulamaları sonucunda elde ettiğimiz tek meyve ağırlık değişimleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15' te belirtilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
2,36 d	5,24 c	11,79 b	14,23 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Ortalamalara bakılarak tek meyve ağırlığı yönünden su uygulamaları arasındaki farklılık % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.15. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Sulama oranının azaltılmasına paralel olarak tek meyve ağırlığında düşüşler meydana gelmiş ve buna göre en yüksek tek meyve ağırlığı kontrol uygulamasından elde edilmiş olup (14,2 g) bu sırayı % 50 su kısıtı uygulaması 11,7 g ile, % 25 su kısıtı uygulaması 5,24 g ile

takip etmiştir. En düşük tek meyve ağırlığı sulama uygulanmayan % 0 uygulamasında (2,36 g) görülmüştür.

Denememize konu olan Jalapeno biber çeşidine uygulanan 4 sulama uygulamalarının tek meyve ağırlığına etkileri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15 ' te verilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki en yüksek tek meyve ağırlığı sulama oranının en yüksek olduğu kontrol bitkisinden elde edilmiştir. Bununla beraber % 50 ve % 25 oranlarında sulama yapılan parsellerde sırasıyla tek meyve ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir. Su stresinin ileri derecede etki gösterdiği % 0 sulama uygulanan parsellerde ise tek meyve ağırlığı önemli derecede azalma göstermiştir.

Çelik (2014)'te su kısıtı uygulamalarına göre en yüksek tek meyve ağırlığı kontrol uygulamasından (2,13 g) elde edilirken bunu % 75 uygulaması izlemiştir. En düşük tek meyve ağırlığı ise % 0 uygulamasından elde edilmiştir.

#### 4.13. Meyve çapı (mm)

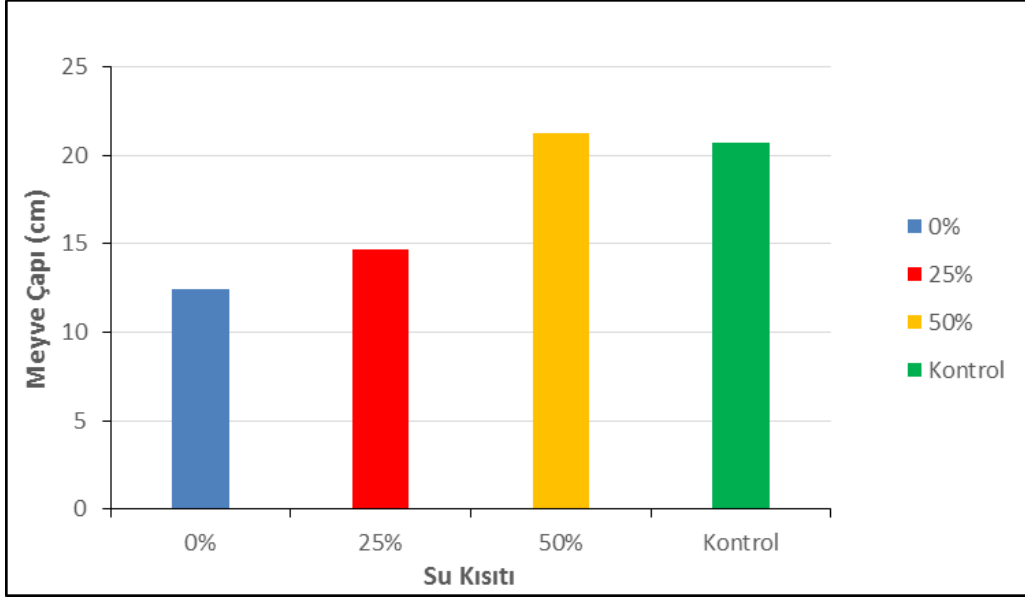
Araştırmada elde edilen bulgulara göre meyve çapında meydana gelen değişimler Çizelge 4.16 ve Şekil 4,16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı su kısıtlarının biberde meyve çapı (mm) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

<b>% 0</b>	<b>% 25</b>	<b>% 50</b>	<b>Kontrol</b>
12,47 b	14,73 b	21,23 a	21,79 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.





Şekil 4.16. Farklı su kısıtlarının biberde meyve çapı (mm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Farklı sulama uygulaması ortalamalarının incelenmesi sonucunda ortalamalar %1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır. Çizelge 4.16'ya göre kontrol ve %50 su kısıtı aynı istatistik grubunda yer alırken bunu yine aynı istatistik grubunda yer alan %25 ve %0 su kısıtı uygulamaları izlemiştir.

Yıldırım (2012)'de sera koşullarında biberin bitki su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında, varyans analizi sonuçlarına göre meyve boyu, meyve çapı ve meyve et kalınlığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Işık (2012)'de minirhizotron kamera ile elde edilen kök yoğunluğu görüntüleri esas alınarak yapılan sulamaların biberin kök gelişimi, verim ve su kullanım randımanlarına etkisi çalışmasında, uygulanan sulama suyu miktarı ve meyve çapı arasındaki istatistiki analiz sonucunda meyve çapı değerleri önemli bulunmuş ancak uygulanan Duncan testine göre konular arasında gruplanma oluşmamıştır.

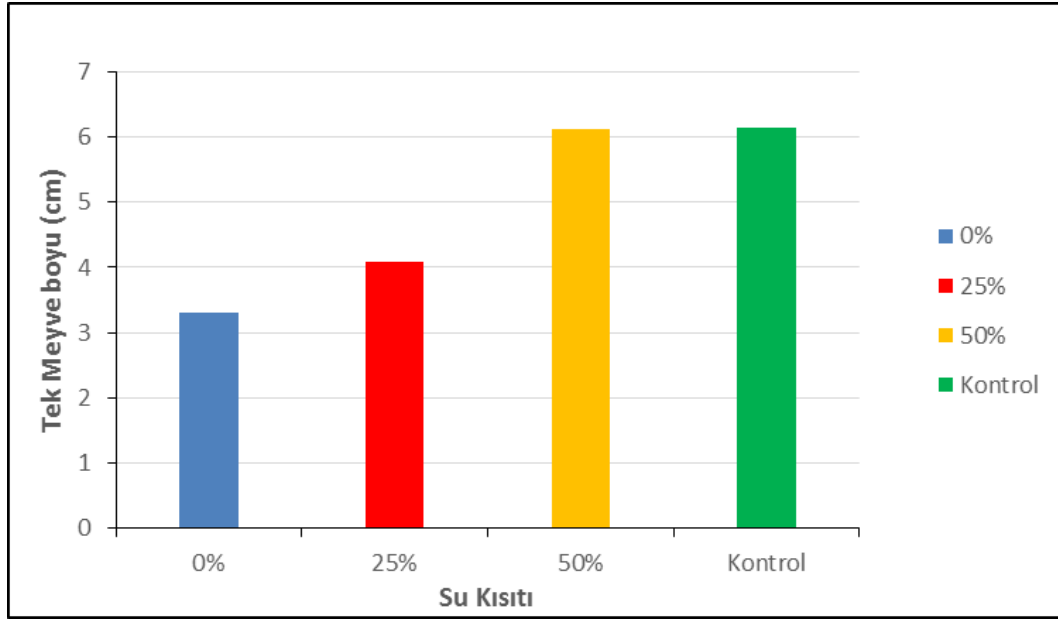
#### 4.14. Tek meyve boyu (cm)

Stres koşulları altında yürütülen denememizde elde edilen bulgulara göre biberde tek meyve boyu değerlerindeki değişimler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17'da sunulduğu gibidir.

Çizelge 4.17. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve boyu (cm) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
3,36 b	4,09 b	6,12 a	6,15 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 4.17. Farklı su kısıtlarının biberde tek meyve boyu (cm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Tek meyve boyundaki değişim % 0 ve % 25 sulama uygulamaları bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Bu değerler % 0 uygulamasında 3,36 cm iken % 25 uygulamasında 4,09 cm olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde % 50 ve % 100 uygulamalarında istatistiksel olarak aralarında fark yoktur. Mutlak değer olarak sırasıyla 6,12 cm ve 6,15 cm ölçülen bu değerlerden de anlaşılacağı üzere sulama miktarlarındaki artışlar tek meyve boyu değeri artışlarını beraberinde getirmiştir.

Sera koşullarında biberin bitki su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında, varyans analizi sonuçlarına göre meyve boyu, meyve çapı ve meyve et kalınlığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Yıldırım 2012).

Biberde deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı ile meyve boyu karşılıklı olarak istatistiki değerlendirmeye tabi tutulmuş ve belirtilen parametrelerin arasında istatistikî anlamda bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Işık 2012).

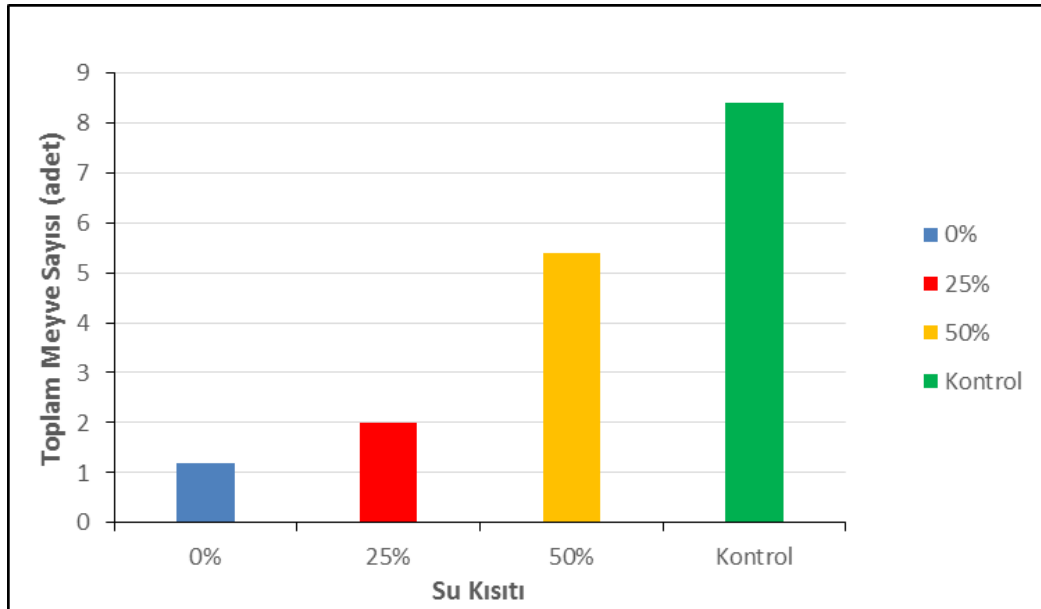
#### 4.15. Toplam meyve sayısı (adet)

Farklı düzeylerde uygulanan sulama sonucuna göre elde edilen bulgularda toplam meyve sayısı ortalamaları Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18’de görülmektedir.

Çizelge 4.18. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve sayısı (adet) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
1,20 c	2,0 c	5,40 b	8,40 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 4.18. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve sayısı (adet) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere uygulamalar arasındaki farklılıklar %1 istatistiksel hata sınırları içerisinde kalmıştır. Su kısıtları arasındaki sıralamada en düşük toplam meyve sayısını istatistiksel olarak % 25 ile aynı istatistik grubunda yer alan mutlak değer olarak daha düşük sonucu veren % 0 uygulaması (1,2 adet) vermiştir. % 0 ve % 25’i % 50 ve kontrol uygulamaları takip etmiştir.

Farklı su kısıtlamalarına göre en yüksek toplam meyve sayısı kontrol uygulamasından (8,4 adet) elde edilirken bunu 5,4 adet ile % 50 uygulaması ve 2,0 adet ile % 25 uygulaması izlemiştir. En düşük ortalama ise % 0 uygulamasından (1,2 adet) elde edilmiştir.

Yarı kurak iklim bölgesinde yetiştirilen biberin farklı sulama uygulamalarının verime, kalite parametrelerine, bitki su tüketimine, su kullanım randımanına ve sulama suyu kullanım randımanına etkileri araştırılmıştır. Araştırma 2009-2010 yıllarında Çanakkale yöresinde yürütülmüştür. Deneme parselleri damla sulama yöntemine göre sulanmış ve 4 farklı sulama konusu ( $S_0$ ,  $S_{33}$ ,  $S_{66}$  ve  $S_{100}$ ) oluşturulmuştur. Uygulanan farklı sulama suyu miktarlarına göre elde edilen biber verimleri her iki yılda da en yüksek  $S_{100}$  konusundan elde edilmiştir (Demirel ve ark. 2012).

Mitchell ve ark. (1991) domates bitkisiyle yaptığı bir çalışmada su kısıtının meyve suyu birikimini ve taze meyve verimini azalttığını saptamıştır.

Mirabad ve ark. (2013) kavun bitkisinin gelişim, verim ve şeker içeriği üzerine su stresinin etkilerini inceledikleri bir çalışmada artan sulama seviyelerinin meyve verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Köşkeröglü (2006)'da tuzlu ve alkali topraklarda bitkinin su alımının engellendiği belirtilmiştir. Bitkinin topraktan su ve besinleri yeterli miktarda alamamasının stres yarattığı, bitkide stres durumunun bitki gelişimi, verimlilik ve ürün kalitesinde önemli olduğu belirtilmiştir.

Erken (2012), sulama suyu miktarındaki azalışların brokoli bitkisinde önemli derecede verim kayıplarına neden olduğunu belirtmiştir.

Şehirali (2005), uygulanan su kısıtının belirli bir düzeyden sonra fasulye tane veriminin azalmasına neden olduğunu belirtmiştir.

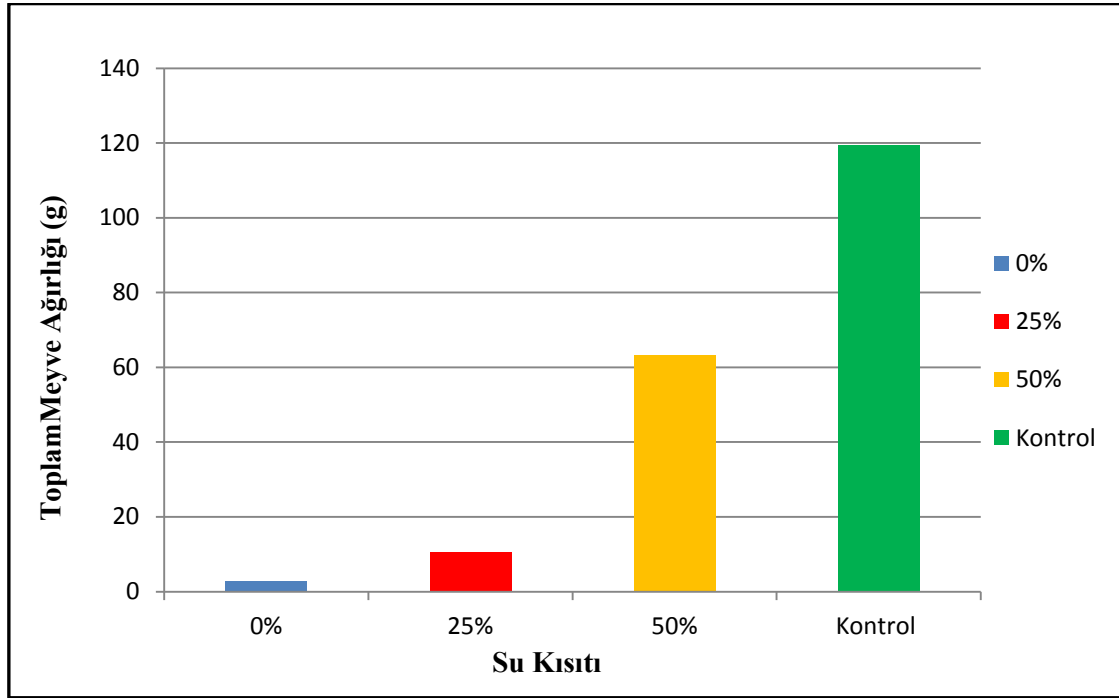
#### **4.16. Toplam meyve ağırlığı (g)**

Jalapeno biber çeşidinde su kısıtı uygulamaları sonucunda ölçülen toplam meyve ağırlıkları Çizelge 4.19 ve Şekil 19' da görülmektedir.

Çizelge 4.19. Farklı su kısıtlarının biberde son hasatta toplam meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
2,8 d	10,48 c	63,19 b	119,48 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 4.19. Farklı su kısıtlarının biberde toplam meyve ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Çizelge 4.19'daki değerlere göre toplam meyve ağırlığı ortalamaları % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.

Farklı düzeyde uygulanan sulamalara göre en düşük toplam meyve ağırlıkları ortalamaları % 0 (2,8 g) ve % 25 (10,48 g) uygulamalarından elde edilmiştir. Bu ortalamaları 63,19 g ile % 50 uygulaması izlemiştir. En yüksek toplam meyve ağırlığı (119,48 g) ise kontrol uygulamasında gözlenmektedir. Görüldüğü gibi sulama oranlarındaki artışlar toplam meyve ağırlığını doğru oranda arttırmıştır.

Biberde hasat kademeli olarak yapıldığından 6 hasat döneminde toplam meyve ağırlığı ortalamaları ise g/bitki ve kg/da olarak sırasıyla Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’ te verilmiştir.

Çizelge 4.20. Haftalara göre toplam meyve ağırlığı (g/bitki)

Su Kısıtı	Çiçeklenmeden Sonra Geçen Hafta Sayısı						Toplam
	1	2	3	4	5	6	
<b>% 0</b>	3,60	3,20	3,10	3,00	2,90	2,80	<b>18,60</b>
<b>% 25</b>	14,10	12,40	11,00	10,98	10,63	10,48	<b>69,59</b>
<b>% 50</b>	77,40	68,30	65,90	64,90	63,80	63,18	<b>403,48</b>
<b>% 100 (Kontrol)</b>	133,20	129,10	125,90	123,80	121,10	119,28	<b>752,38</b>

Çizelge 4.21. Haftalara göre toplam meyve ağırlığı (kg/dekar)

Su Kısıtı	Çiçeklenmeden Sonra Geçen Hafta Sayısı						Toplam
	1	2	3	4	5	6	
<b>% 0</b>	9,00	8,00	7,75	7,50	7,25	7,00	<b>46,50</b>
<b>% 25</b>	35,25	31,00	27,50	27,45	26,58	26,20	<b>173,98</b>
<b>% 50</b>	193,50	170,75	164,75	162,25	159,50	157,95	<b>1008,70</b>
<b>% 100 (Kontrol)</b>	333,00	322,75	314,75	309,50	302,75	298,20	<b>1880,95</b>

Işık (2012)’de konulara göre uygulanan sulama suyu miktarının azaldıkça ortalama meyve ağırlığının azaldığı görülmüştür.

#### 4.17. Bitki boyu (cm)

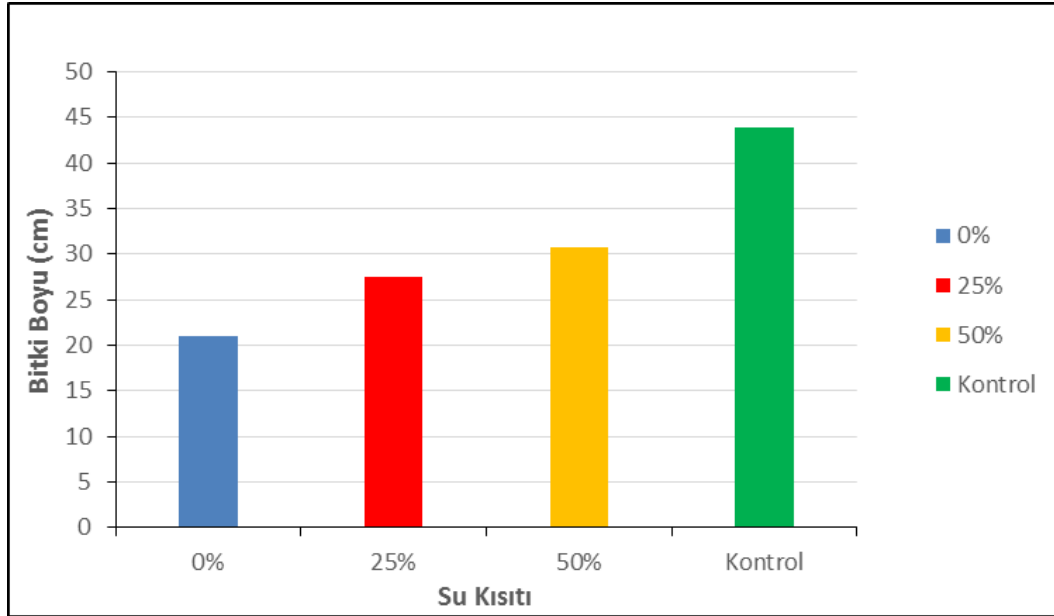
Kuraklık uygulaması sonucu ulaşılan ölçüm sonuçlarında bitki boyuna ait değerler Çizelge 4.22 ve Şekil 4.20’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı su kısıtlarının biberde bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi\* ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	Kontrol
21,03 c	27,54 b	30,73 b	43,87 a

\* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Çizelge 4.22' de de görüldüğü gibi bitki boyu ortalamaları % 1 istatistiki hata sınırları içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.20. Farklı su kısıtlarının biberde bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi üzerine farklılıklar

Bitki boyundaki bu değişimler sulama artışına paralel olarak artış göstermiş ve en yüksek bitki boyu ortalaması (43,8 cm) kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Bu değeri 30,7 cm ile % 50 uygulaması ve aynı istatistik grubunda yer alan 27,5 cm ile % 25 uygulaması izlemiş en düşük bitki boyu ortalaması 21,0 cm ile % 0 uygulamasından alınmıştır. Su kısıtı uygulaması bitki boyunu da olumsuz etkilemiştir (Çizelge 4.22).

Bitkiye tek başına NaCl uygulandığında bitkideki stres arttığından topraktan su ve besin maddelerinin alınımı, dolayısıyla da büyüme ve gelişme azalmaktadır. Tuz stresine ilaveten su stresi koşullarında ise bu durum giderek daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Bu

sebeplerdir ki; en kısa bitki boyu yüksek tuz ve su stresi grubunda görülmüştür (Köşkeroğlu 2006).

Farklı su stresi düzeylerinde mısır bitkisinin bazı fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin uzaktan algılama yoluyla belirlenmesi çalışmasında, bitki boyları, denemenin her iki yılında da verilen sulama suyuna bağlı olarak önemli düzeyde değişiklik göstermiştir. Boy su stresinin artmasına bağlı olarak azalmıştır. Deneme yıllarında en yüksek bitki boyu 180 cm ile S<sub>100</sub> konusundan, en düşük ise 66 cm ile S<sub>0</sub> konusundan elde edilmiştir (Çamoğlu 2010).

Brokolide yapılan kuraklık denemesinde en yüksek taç boyu değeri 138,90 mm 2009 ile yılında tam su uygulanan ( %100) deneme konusunda belirlenirken, en düşük taç boyu 60,79 mm 2008 yılında çiçeklenme döneminde en büyük su kısıntısı uygulanarak toplam suyun sadece %20'lik kısmı uygulandığı konudan elde edilmiştir (Erken 2012).

Kışnişte bitki boyu üzerine farklı derecedeki kuraklık şiddetinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, kuraklık şiddetinin artışıyla birlikte bitki boyunca önemli azalmalar kaydedilmiştir. Kontrol uygulaması ile % 50 kuraklık şiddeti uygulaması arasında bitki boyu bakımından farklılık olmazken, % 25 kuraklık şiddetinde diğer uygulamalara göre bitki boyunda yaklaşık % 50'lik bir azalma ortaya çıkmıştır (Gözüaçık 2013).

Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri çalışmasında, kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği ve tüm genotiplerin değişen oranlarda kayıplara maruz kaldığı tespit edilmiştir (Kuşvuran ve Abak 2012).

Tuz ve kuraklık stresinin etkileri bitki boyu bakımından karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalma ile kuraklık stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalma arasında çok büyük bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Kontrol bitkilerine göre tuzluluk stresi genotiplerde genel olarak % 69.46 oranında bir azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran kontrol bitkilerine göre % 67.16 düzeyinde gerçekleşmiştir (Kaya ve Daşgan 2013).

Kuraklık stresi fotosentez gibi metabolik ve biyokimyasal olaylarda aksamalara neden olurken, bitki gelişiminde olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir (Kuşvuran 2010).



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Denememizde Jalapeno biber çeşidinde farklı su kısıtlamalarının fizyolojik, morfolojik ve kimyasal özellikler üzerine etkisi araştırılmış, bu amaçla kurulan denemede parsellerde 4 sulama uygulaması (% 100: kontrol, % 50: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 50' si, % 25: kontrol uygulamasına uygulanan suyun % 25' i, % 0: hiç sulama uygulanmayan) uygulanmıştır.

Uygulanan su kısıtlamaları sonucunda yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), toplam klorofil (mg/l), yaprak sıcaklığı (°C), yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarları (% ve ppm), zararlanma derecesi, yaprak sayısı (adet), tek yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>), tek meyve ağırlığı (g), tek meyve çapı (cm), tek meyve boyu (cm), toplam meyve sayısı (adet), toplam meyve ağırlığı (g), bitki boyu (cm), ölçülmüştür.

Biber bitkisine uygulanan su kısıtı sonucunda; zararlanma derecesi ile yapılan değerlendirmeye göre % 100 ve % 50 su kısıtlarının uygulandığı parsellerde büyüme ve gelişme sekteye uğramadan bitkiler vejetasyon dönemini atlatmıştır. % 25 su kısıtlamasında ise yapraklarda solgunluklar başlamış ilerleyen dönemlerde bu solgunluklar artış göstermiş aynı zamanda yapraklarda klorofil miktarının azalmasıyla beraber sararmalar gözlenmiştir. % 0 uygulamamızda ise; ilk dönemlerde yapraklarda görülen solma, sararma gibi belirtilerin ardından, ilerleyen vejetasyon dönemlerinde yaprak uç ve kenarlarından başlayan kurumayla birlikte bu durum bitkilerin ölümüyle sonuçlanmıştır.

Kontrol uygulamasına verilen su miktarının belirli oranlarda düşürülerek oluşturulan su kısıtlamalarına tepki olarak; yaprak sayısı, tek yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı değerlerinde kontrol uygulamasına göre diğer uygulamalarda azalmalar meydana gelmiştir. Bitkiler yeterli suyu bünyelerine alamadığında birçok hücreyel olay olumsuz etkilenerek yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı ortalamalarının azalması sonucu doğmuştur.

Kısıtlanan su uygulamaları meyve ölçümlerinde de benzer sonuçları doğurmuştur. Ölçümü yapılan tek meyve ağırlığı, tek meyve çapı, tek meyve boyu, toplam meyve sayısı ve toplam meyve ağırlığı kriterleri kontrol uygulamalarına göre azalış göstermişlerdir. Özellikle % 25 ve % 0 uygulamalarında bitkinin yetersiz beslenmesi sonucunda meyveler yeterli büyüklüğe ve ağırlığa ulaşamamışlardır. Aynı zamanda stresi atlatamayan bu uygulamalarda verim ileri seviyelerde azalmıştır.

Çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre içerisinde sulamada meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin ve yaprak oransal su içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durumda su kısıtlaması arttıkça en düşük yaprak su potansiyeli ve yaprak oransal su içeriği elde

edilirken sulama oranı arttıkça söz konusu ortalamaların arttığı görülmüştür. Bu dönemde oluşacak bir su stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 50 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığı, fakat % 0 ve % 25 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığı tespit edilmiştir.

Normal sulama ve bakım işlemlerinin yapıldığı durumlarda normal giden büyüme ve gelişmenin ardından su kısıtı uygulamalarıyla büyüme ve gelişme de gerileyerek bitki boyu olumsuz etkilenmiştir.

Stres yaşayan bitkilerde su eksikliği hücre membranlarında dayanıklılığı azaltmış bu durum ise birçok olumsuz durumu ortaya çıkarmıştır. Bitkilerde su eksikliğinde aynı zamanda özellikle % 25 ve % 0 uygulamalarında klorofil miktarında azalmalar görülmüştür. Kontrol parsellerinde yaprak sıcaklığı sera içi sıcaklıktan düşük çıkarken su kısıtlaması uygulanan bitkilerde yaprak sıcaklıkları sera içi sıcaklıktan yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak; yaprak sayısı, tek yaprak ağırlığı, yaprak alanı, tek meyve ağırlığı, meyve çapı, tek meyve boyu, toplam meyve sayısı, toplam meyve ağırlığı, bitki boyu, yaprak oransal su içeriği, toplam klorofil, yaprak su potansiyeli, makro ve mikro besin elementi miktarları kriterlerinde su kısıtlaması meydana geldiğinde ortalamalar azalırken; zararlanma dereceleri, yaprak kalınlığı, membran zararlanma indeksi ve yaprak sıcaklıkları kriterlerinde su kıtlığı ortalamaları arttırmıştır.

Biber yetiştiriciliğinde verim ve kalite kaybı olmaması için; % 100 sulama uygulamasında görüldüğü gibi;

- Şafak Öncesi Yaprak Su Potansiyelinin çiçeklenme sonrası genel olarak -0,6 MPa altına düşmemesi, ayrıca,
- Çiçeklenme sonrası ilk 15 gün -0,25 MPa'ın altına düşmemesi,
- Hasat süresince -0,40 MPa'ın altına düşmemesi ve bu şekilde seyretmesi,
- Gün Ortası Yaprak Su Potansiyelinin genel olarak -1,6 MPa altına düşmemesi,
- Çiçeklenme sonrası ilk 15 gün -1,0 MPa'ın altına düşmemesi,
- Hasat süresince -1,3 MPa'ın üzerinde seyretmesi,
- YOSİ nin %95 in altına düşmemesi,
- Yaprak sıcaklıklarının 35 °C nin üzerine çıkmaması ve pratikte yapılacak sulamalarda bu kriterlerin dikkate alınması önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdalla MM, El-Khoshiban NH (2007). The Influence of Water Stress on Growth, Relative Water Content, Photosynthetic Pigments, Some Metabolic and Hormonal Contents of Two *Triticum aestivum* Cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12): 2062-2074.
- Açıkgöz N (1984). Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 448, 167 s, Bornova-İzmir.
- Altunlu H (2011). Aşılamanın Domateste Kuraklık Stresine Etkileri. Doktora Tezi, 208 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Amacher JK, Koenig R, Kitvhen B (1997). Salinity and Plant tolerance. Utah state Univ., Analytical Lab, EP/DF/04-98.
- Anonim (2012). <http://www.alata.gov.tr/wp-content/uploads/2012/09/BiberYeti%C5%9FfTiricili%C4%9FiDKele%C5%9F.pdf> (15.11.2014).
- Anonim (2014). Jalapeno. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jalape%C3%B1o>
- Arnon DI, Stout PR (1939). The essentiality of certain elements in minute quantity for plant with special reference to copper. *Plant Physiol* 14, 371-375.
- Arslan A (2011). Biberde 24-Epibrassinolid Uygulamaları ile Kuraklık Tresine Karşı Toleransın Artırılması. Yüksek Lisans Tezi, 105 sayfa, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Choluj D, Karwowska R, Jasinska M, Haber G (2004). Growth and Dry Matter Partitioning in Sugar Beet Plants (*Beta vulgaris* L.) under Moderate Drought. *Plant Soil Environ.*, 50 (6): 265–272.
- Çakmak B, Gökalp Z (2011). İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4 (1): 87-95.
- Çamoğlu G (2010). Farklı Su Stresi Düzeylerinde Mısır Bitkisinin Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi. Doktora Tezi, 161 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Çeçen Ö (2004). Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisine Eksojen Olarak Uygulanan Naftalen Asetik Asit (NAA), Absisik Asit (ABA) ve Jasmonik Asit (JA)'in Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 78 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Van.
- Çelik A (2014). Farklı Su Kısıtlarının Yer Kirazında Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 57 sayfa, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Çetinkaya C (2013). Bazı Çilek Çeşitlerinde Kuraklık Stresi ile Geri Kazanım Uygulamalarının Fizyolojik Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, 45 sayfa, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Çırak C, Esendal E (2006). Soyada Kuraklık Stresi. Omü Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.
- Demirel K, Genç L, Çamoğlu G, Aşık Ş (2010). Karpuz Bitkisinde Yaprak Su İçeriği ve Klorofil Okumalarından Yararlanılarak Su Stresinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(3): 155-162.
- Demirel K, Genç L, Saçan M (2012). Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum annuum* cv. Kapija) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2): 7-14.
- Deveci M, Arın L, Polat S (2006). Quickstar F1 ve Rapidstar F1 Alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) Çeşitlerinin Özellikleri Üzerine, Farklı Büyüme Dönemlerindeki Düşük Sıcaklığın Etkileri. Türkiye VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s:96-101, Kahramanmaraş.
- Deveci M ve Uyan B (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa.
- Dichio B, Xiloyannis C, Sofo, A (2005). Osmotic regulation in leaves and roots of olive trees during a water deficit and rewatering. Tree Physiology, 26: 179–185.
- Dlugokecka E, Kacperska-Palacz A (1978). Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. Biologia Plantarum (Prague), 20: 262–267.
- Doğan N (2006). Su Stresi Altındaki Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 86 sayfa, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Düzgüneş O (1963). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Yayınları: 1021, Ders Kitabı No:295, İzmir.
- Ecem N (2010). Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 77 sayfa, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Ekşi C (2012). Fide Yetiştiriciliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu, <http://arastirma.tarim.gov.tr/alata/Belgeler/brosurler/FideYeti%C5%9Ftiricili%C4%9FiCEk%C5%9Fi.pdf> (15.11.2014).
- Erdem T, Arın L, Erdem Y, Deveci M, Polat S, Okursoy H, Gültaş H (2008). Bitki-Toprak-Atmosfer Ölçümlerini Kapsayan Sulama Teknolojilerinin Brokkoli (*Brassica*

*oleracea* L. var. *italica*) Tarımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu (TOVAG 106 0 538).

- Ergene A (1937). Toprak Biliminin Esasları. Ankara Üniversitesi Basımevi, 152-183.
- Erken O (2012). Değişik Gelişme Dönemlerinde, Farklı Derecede Su Stresi Uygulamalarının Brokolide (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Verim, Morfolojik ve Biyokimyasal Değişimlere Etkisi. Doktora Tezi, 160 sayfa, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Etchebarne F, Ojeda H, Deloire A (2009). Influence of Water Status on Mineral Composition of Berries in 'Grenache Noir' (*Vitis Vinifera* L.). *Vitis* 48, (2): 63-68.
- Fan S, Blake T (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Geravandi M, Farshadfar E, Kahrizi D (2011). Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58 (1): 69-75.
- Göçmen M (2006). Biberlerde *Phytophthora capsici*' ye Karşı Dayanıklılıkta Genotip x İzolat İnteraksiyonu ve Farklı Dayanıklılık Kaynaklarının Karakterizasyonu. Doktora Tezi, 160 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Gözüaçık HG 2013. Su Stresinin Kişniş (*Coriandrum sativum* L.)'te Bitki Gelişimi ile Meyvede Yağ Asidi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 46 sayfa, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kilis.
- Güzel A (2006). Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Domates Bitkilerinde Bazı Fizyolojik ve Büyüme Parametreleri Üzerine Absisik Asit (ABA) ve Kalsiyumun ( $Ca^{+2}$ ) Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 90 sayfa, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Mersin.
- Işık F (2012). Minirhizotron Kamera ile Elde Edilen Kök Yoğunluğu Görüntüleri Esas Alınarak Yapılan Sulamaların Biberin Kök Gelişimi, Verim ve Su Kullanım Randımanlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 68 sayfa, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Çanakkale.
- İbrikçi H Gülüt KY ve Güzel N (1994). Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No:95, Ders Kitapları Yayın No:8, S:16-17, Adana.
- Jacobson L, Oertli JJ (1956). The Relation between Iron and Chlorophyll Contents in Chlorotic Sunflower Leaves, 31:199-204.

- Kalefetoğlu T (2006). Nohut (*Cicer arietinum* L.) eşit ve Hatlarının Kuraklık Stresine Karşı Dayanıklılığının Karaterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, 143 sayfa, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Kanber R, Çullu MA, Kendirli B, Antepli S, Yılmaz N (2005). Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. <http://botesklima.com/userfiles/013rizakanber.pdf> (15.11.2014).
- Kapluhan E (2013). Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, 27: 487-510.
- Karagöz H (2012). ACC Deaminaze İçeren Bitki Büyümesini Teşvik Edici Bakteriler Tarafından Su Stresinin Azaltılması ve Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L.) Gelişmesinin Artırılması. Yüksek Lisans Tezi, 186 sayfa, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Kaya E (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Yüksek Lisans Tezi, 213 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kaya S (2011). Farklı Sulama Programları Altında Kayısı Yaprak Su İçeriği ve Yaprak Alanının Değerlendirilmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(2).
- Kaya E, Daşđan HY (2013). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. .Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 29-2, sf: 39-48.
- Kayabaşı S (2011). Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soyada (*Glycine max* L.) Bazı Fizyolojik Parametreler ile Prolin Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 40 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Keleş D (2012). Biber Yetiştiriciliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu,
- Kılınç Y (2011). Tescilli Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) eşitlerinde Su Stresinin Antioksidant Enzimler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 51 sayfa, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim Dalı, Tokat.
- Kiegle E, Moore CA, Haselof J, Tester MA, Knight MR (2000). Cell Type Specific Calcium Responesen to Drought, Salt and Cold in Arabidopsis root. The Plant Journal, 23 (2): 267-278.
- Köksal ES (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektrometre ile Belirlenmesi. Doktora Tezi, 101 sayfa, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Köksal ES, Üstün H, İlbeyi A (2010). Bodur Yeşil Fasulyenin Sulama Zamanı Göstergesi Olarak Yaprak Su Potansiyeli ve Bitki Su Stres İndeksi Sınır Değerleri. U.Ü. Ziraat Fakùltesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 1:25-36.

- Köse Ş (2011). Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Kabak Türlerinde (*Cucurbita sp.*) Kuraklık Stresine Tolerans Bakımından Genotipik Varyasyonun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 87 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Van.
- Köşkeröglü S (2006). Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays L.*) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 106 sayfa, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- Kraft A (1995). Flächenberechnung einer SW-Grafik Fläche packing programme.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2008). Farklı bamyaya genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova, Türkiye, 329-333.
- Kuşvuran Ş, Yaşar F, Abak K, Ellialtıoğlu Ş (2008). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis sp.*’nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 18(1): 13-20.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Doktora Tezi, 356 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2011). Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 21(3): 209-219.
- Kuşvuran Ş, Abak K (2012). Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Yıl:2012 Cilt:28-5.
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139- 158.
- Mirabad AA, Lotfi M, Roozban MR (2013). Impact of Water-Deficit Stress on Growth, Yield and Sugar Content of Cantaloupe (*Cucumis melo L.*), International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (22): 2778-2782.
- Mishra SK, Tripp J, Winkelhaus S (2002). In The Complex Family of Heat Stress Transcription Factors, HsfA1 has a Unique Role as Master Regulator of Thermo Tolerance in Tomato. Genes & Development, 16: 1555-1567.
- Mitchell JP, Shennan C, Grattan SR ve May DM (1991). Tomato Fruit Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2):215-221.
- Mugdhal V, Madaan N, and Mudgal A (2010). Biochemical Mechanisms of Salt Tolerance in Plants: A Review. International Journal of Botany, 6 (2): 136-143.
- Nasri M, Zahedi H, Moghadam HRT, Ghooshchi F, Paknejad F (2008). Investigation of Water Stress on Macro Elements in Rapeseed Genotypes Leaf (*Brassica napus*). American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 3 (4): 669-672.

- Oğuz İ, Noyan ÖF, Karaman MR, Koçyiğit R, Özen M (2012). Jalapeno Biber Tarımında Farklı Organik ve İnorganik Materyallerin Toprak Özellikleri ve Ürün Verimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, (2012-1):393-403.
- Oliveira Neto CF, Silva Lobato AK, Gonçaves-Vidigal MC, Lobo da Costa RC, Santos Filho BG, Ruffeil Alves GA, Mello e Silva Maia WJ, Rodrigues Cruz FJ, Borges Veves HK, Santos Lopes MJ (2009). Carbon Compounds and Chlorophyll Contents in Sorghum Submitted to Water Deficit During Three Growth Stages. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7 (3-4) : 588- 593.
- Osuagwuve GGE, Edeoga HO (2012). The Influence of Water Stress (Drought) on The Mineral and Vitamin Content of Leaves of Gongronema Latifolium (Benth). Department of Plant Science and Biotechnology, Michanel Okpara University of Agriculture, Umudike, Pmb 7267 Umuahia, Abia State, Nigeria.
- Ödemiş B, Baştuğ R (1999). Infrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması, Tr. J. of Agriculture and Forestry 23, 31-37.
- Özer H, Karadoğan T, Oral E (1997). Bitkilerde Su Stresi ve Dayanıklılık Mekanizması. Atatürk Ü. Zir. Fak. Dergisi, 28 (3): 488-495.
- Özpay T (2008). Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 54 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Öztekin GE (2009). Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi 342 sayfa.
- Öztürk K (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 1: 47-65.
- Palta JP (2000). Stress Interactions at the Cellular and Membrane Levels. Hort. Sci., 25(11): 1377-1381.
- Pouyafard N (2013). Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 76 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Roberts SK (1998) Regulation of K<sup>+</sup> Channels in Maize Roots by Water Stress and Abscisic Acid. Plant Physiol, 116:145-153.
- Sanchez FJ, Andres EF, Tenorio JL, Ayerbe L (2004). Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stres. Field Crops Research, 86: 81-90.
- Scholander PF, Yamel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA (1965). Sap Pessure in Vascular Plants. Science, 148:339-346.



- Süyüm K (2011). Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 145 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Şalk A, Arin L, Deveci M, Polat S (2008). Özel Sebzeçilik, Onur Grafik, Matbaa ve Reklam,488 sayfa, İstanbul.
- Şehirli S, Erdem T, Erdem Y, Kenar D (2005). Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Kullanım Özellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (2): 212-216.
- Şimşek O, Yıldırım M, Gördebil N (2012). Türkiye'nin 2011-2012 Tarım Yılı Kuraklık Analizi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı.
- Taiz L, Zieger E (2008). Bitki Fizyolojisi (Üçüncü baskıdan çeviri; Çeviri editörü İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. 893s. Ankara.
- Tatar MÖ (2011). Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Kuraklık Stresine Dayanıklılığın Fizyolojik Denetimi ve Verim Unsurları ile İlişkileri. Doktora Tezi, 119 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Topaloğlu K (2010). Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi, 131 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Adana.
- Türkan İ, Bor M, Özdemir F, Koca H (2005). Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P.acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. Plant Science, 168; 223-231.
- Van den Boogaard R, Alewijnse D, Veneklaas EJ and Lambers H (1997). Growth and water use efficiency of ten *Triticum aestivum* cultivars at different water availability in relation to allocation of biomass. Plant Cell and Environment, 20: 200-210.
- Yağmur Y (2008). Farklı Asma (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 108 sayfa, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Yandım G (2013). Bazı Sentetik Siklitol Türevlerinin Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan *Cicer* (Nohut) Fideleri Üzerindeki Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 94 sayfa, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim Dalı, Mersin.
- Yıldırım Y.E, Kodal S (1998). Ankara Kosullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi, Tr. J. of Agriculture and Forestry , 22, 65-70.

- Yıldırım D (2012). Sera Koşullarında Biberin Bitki Su Stresi İndeksi ile Verim İlişkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 57 sayfa, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Samsun.
- Yurtyeri T (2009). Sera İç ve Dış Koşullarında Yetiştirilen İspanağın Farklı Tuzluluk ve Su Stresi Koşullarında Tepkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 55 sayfa, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tokat.

## ÖZGEÇMİŞ

01.04.1985 Bismil’de doğdu. İlk ve orta eğitimimi İzmit’te tamamladı. Lise öğrenimimi ise Yalova’da tamamladıktan sonra 2004 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ne yerleşti. 2007 yılı bölüm seçmelerinde Bahçe Bitkileri Anabilim Dalını tercih etti. 2008 yılında bölümden Bölüm 3.sü olarak mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi’nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2010 yılında Manisa Gölarmara İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak atandı. 2,5 yıl çalıştıktan sonra Manisa Akhisar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne tayini oldu. Halen Manisa Akhisar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.