

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU STRESİ UYGULAMALARININ BAZI ARMUT  
ANAÇLARINDA MORFOLOJİK VE BİYOKİMYASAL  
DEĞİŞİMLERE ETKİLERİ**

**İbrahim GÜR**

**Danışman  
Doç. Dr. Bekir ŞAN**

**DOKTORA TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA – 2018**

© 2018 [İbrahim GÜR]

## TEZ ONAYI

**İbrahim GÜR** tarafından hazırlanan "**Su Stresi Uygulamalarının Bazı Armut Anaçlarında Morfolojik ve Biyokimyasal Değişimlere Etkileri** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

**Doç. Dr. Bekir ŞAN**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Fatma YILDIRIM**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Doç. Dr. Şadiye GÖZLEKÇİ**  
Akdeniz Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Doç. Dr. Ahmet AYGÜN**  
Kocaeli Üniversitesi



Enstitü Müdürü

**Prof. Dr. Yasin TUNCER**

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**İbrahim GÜR**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
2.1. Bitkilerde abiyotik stres.....	4
2.1.1. Bitkilerde kuraklık stresi.....	5
2.2. Armut Üretim Değerleri ve Anaç Kullanımı.....	10
2.3. Kuraklık Stresi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE METOT .....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Kullanılan bitkisel materyal ve özellikleri.....	17
3.1.2. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri.....	18
3.2. Metot .....	20
3.2.1. Bitkilerin saksılara aktarılması .....	20
3.2.2. Kuraklık stresinin uygulanması .....	21
3.2.3. Yaprak örneklerinin alınması .....	22
3.2.4. Yapılan ölçüm ve analizler .....	23
3.2.4.1. Bitkilerde zararlanma derecelerinin belirlenmesi .....	23
3.2.4.2. Bitki boyu gelişim düzeyinin belirlenmesi .....	24
3.2.4.3. Yaprak alanı ölçümü .....	24
3.2.4.4. Bitki yaş kök ağırlıklarının belirlenmesi.....	24
3.2.4.5. Bağıl su içeriğinin (RCW) belirlenmesi .....	24
3.2.4.6. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi .....	25
3.2.4.7. Klorofil yoğunluğunun belirlenmesi.....	26
3.2.4.8. Lipid peroksidasyonunun belirlenmesi .....	26
3.2.4.9. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	26
3.2.4.10. Çözünabilir şeker miktarının belirlenmesi.....	27
3.2.4.11. Prolin miktarının belirlenmesi .....	27
3.2.4.12. Süperoksit dismutaz enzim aktivitesinin belirlenmesi.....	27
3.2.4.13. Katalaz enzim aktivitesinin belirlenmesi .....	28
3.2.4.14. Askorbat peroksidaz enzim aktivitesinin belirlenmesi .....	28
3.2.4.15. Mineral madde miktarlarının belirlenmesi.....	28
3.2.4.16. İstatistik değerlendirme.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	30
4.1. Su Stresinin Zararlanma Derecesi Üzerine Etkileri .....	30
4.2. Su Stresinin Bitki Boyu Gelişim Düzeyi Üzerine Etkileri .....	38
4.3. Su Stresinin Yaprak Alanı Üzerine Etkileri .....	42
4.4. Su Stresinin Yaş Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri .....	46
4.5. Su Stresinin Bağıl Su İçeriği Üzerine Etkileri.....	50
4.6. Su Stresinin Membran Geçirgenliği Üzerine Etkileri .....	53
4.7. Su Stresinin Klorofil Yoğunluğu Üzerine Etkileri .....	57
4.8. Su Stresinin Lipid Peroksidasyonu Üzerine Etkileri.....	60

4.9. Su Stresinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	63
4.10. Su Stresinin Çözünabilir Şeker Miktarı Üzerine Etkileri.....	66
4.11. Su Stresinin Prolin Miktarı Üzerine Etkileri .....	69
4.12. Su Stresinin Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri ..	72
4.13. Su Stresinin Katalaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri .....	76
4.14. Su Stresinin Askorbat Peroksidaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri ..	79
4.15. Su Stresinin Azot Miktarı Üzerine Etkileri .....	83
4.16. Su Stresinin Bakır Miktarı Üzerine Etkileri .....	86
4.17. Su Stresinin Bor Miktarı Üzerine Etkileri .....	89
4.18. Su Stresinin Çinko Miktarı Üzerine Etkileri .....	92
4.19. Su Stresinin Demir Miktarı Üzerine Etkileri.....	95
4.20. Su Stresinin Fosfor Miktarı Üzerine Etkileri .....	98
4.21. Su Stresinin Kalsiyum Miktarı Üzerine Etkileri .....	100
4.22. Su Stresinin Magnezyum Miktarı Üzerine Etkileri.....	104
4.23. Su Stresinin Mangan Miktarı Üzerine Etkileri.....	107
4.24. Su Stresinin Potasyum Miktarı Üzerine Etkileri .....	109
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	113
KAYNAKLAR .....	117
ÖZGEÇMİŞ .....	132

## ÖZET

Doktora Tezi

### SU STRESİ UYGULAMALARININ BAZI ARMUT ANAÇLARINDA MORFOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERE ETKİLERİ

İbrahim GÜR

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bekir ŞAN

2015 ve 2016 yıllarında yürütülen bu çalışma ile armut yetiştiriciliğinde kullanılan, yabancı armut çöğürü, BA 29, Farold 40, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarının, kuraklık stresi altında ortaya koydukları fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal reaksiyonlar tespit edilmiştir. Denemede ağırlıkları bilinen, 12 litre hacimli saksılar kullanılmış olup, bu saksılara 1 kısım kumlu toprak 2 kısım bahçe toprağı ve 1 kısım torf karışımından 10'ar kg konulmuştur. Denemede 3 farklı sulama düzeyi kullanılmıştır. 1. uygulamada her sulamada eksilen su tarla kapasitesine kadar tamamlanmıştır. 2. uygulamada 1. uygulamaya verilen suyun %50'si, 3. uygulamada ise %25'i uygulanmıştır. Stres uygulamaları süresince sulama aralığı 3 gün olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonunda su miktarının azalması ile birlikte bitkilerin stresten etkilendiğı, en fazla etkinin kontrole verilen suyun % 25'inin uygulandığı uygulamada ortaya çıktığı saptanmıştır. Stres sonucunda ortaya çıkan etkiler bakımından anaçlar arasında farklılıklar oluşmuştur. Stresle birlikte bitkilerde zararlanma derecesinin arttığı, bitki boyu, yaprak alanı ve yaş kök ağırlığı gibi morfolojik parametrelerin ise azaldığı tespit edilmiştir. Yine stres koşullarının membran geçirgenliği ve lipid peroksidasyonunun artmasına buna karşın bağıl su içeriğı ve klorofil yoğunluğunun ise azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Lipid peroksidasyonu değerleri 2015 yılında 18.62-53.11  $\mu\text{mol g}^{-1}$  arasında, 2016 yılında ise 24.30-43.13  $\mu\text{mol g}^{-1}$  arasında değiştiğı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde, çözünebilir şeker ve prolin ve antioksidan enzimlerin aktiviteleri stresle birlikte artmıştır. Toplam fenolik madde miktarı değerleri 2015 yılında 15.33-154.11  $\text{mg g}^{-1}$  arasında 2016 yılında ise 28.63-77.37  $\text{mg g}^{-1}$  arasında değiştiğı tespit edilirken, SOD enzim aktivitesinin 2015 yılında 1.83-2.91 U/mg arasında 2016 yılında ise 2.10-3.57 U/mg arasında değiştiğı tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen mineral madde analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde stres uygulamaları ile birlikte N, Cu, B, Zn, P, Ca ve K miktarlarının azaldığı; Fe, Mg ve Mn değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Araştırma sonucunda denemede yer alan anaçlar arasında kuraklık stresine en dayanıklı anaçların BA 29 ve OHxF 333 olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Armut, su stresi, anaç, antioksidan, antioksidatif enzimler.

2018, 131 sayfa

## **ABSTRACT**

**Ph.D. Thesis**

### **EFFECTS OF WATER STRESS APPLIED ON SOME PEAR ROOTSTOCKS FOR MORPHOLOGIC AND BIOCHEMICAL CHANGES**

**İbrahim GÜR**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticulture**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bekir ŞAN**

Physiological, morphological and biochemical reactions of wild pear seedling, BA 29, Farold 40, OHxF 333 and Fox 11 rootstocks under drought stress were evaluated for pear cultivation in this study which was conducted in 2015 and 2016 years. 12 liters volume pots with known weights were used, 1 part of sandy soil 2 parts of garden soil and 1 part mixture of peat 10 kg was put to the 12 liter pot in the trial. Pots were watered until the start of stress applications beginning from the first week of May. Three different irrigation levels were used in the study. In 1<sup>st</sup> treatment reduced water level was added to field capacity in each irrigation time. In 2<sup>nd</sup> treatment reduced water level was added to % 50 of 1<sup>st</sup> treatment in each irrigation time. In 3<sup>rd</sup> treatment reduced water level was added to % 25 of 2<sup>nd</sup> treatment in each irrigation time. Irrigation interval was determined 3 days during stress applications.

It was determined that the plants were affected by the decrease of the amount of water, and the plants with the most effect were found to be in application where 25% of the water given to the applied to the control at the end of the study. Differences have been occurred between the rootstocks in terms of the effects of stress. It has been determined that the degree of damage increases in plants with stress, and morphological parameters such as plant height, leaf area and wet root weight has been decreased. It has also been determined that the stress conditions have lead to increase permeability of the membrane and lipid peroxidation, while it decreases relative water content and chlorophyll density. Lipid peroxidation values varied from 18.62 to 53.11  $\mu\text{mol g}^{-1}$  in 2015 and from 24.30 to 43.13  $\mu\text{mol g}^{-1}$  in 2016. The activities of total phenolic, soluble sugar, proline and antioxidant enzymes increased with stress. Total phenolic values varied from 15.33 to 154.11  $\text{mg g}^{-1}$  in 2015 and from 28.63 to 77.37  $\text{mg g}^{-1}$ , SOD enzym activity from 1.83 to 2.91 U/mg in 2015 and from 2.10 to 3.57 U/mg in 2016. When it was evaluated that the mineral analysis results obtained in the study, the amounts of N, Cu, B, Zn, P, Ca and K were decreased with stress applications; Fe, Mg and Mn values were increased. As a result of the research, it was determined that BA 29 and OH x F 333 were the most resistant to drought stress among the rootstocks in the study.

**Keywords:** Pear, water stress, rootstock, antioxidant, antioxidative enzymes.  
**2018, 131 pages**



## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, çalışma süresince bilgi ve tecrübesi ile yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Bekir ŞAN'a; tez izleme komitesinde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR ve Prof. Dr. Fatma YILDIRIM'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvarlarında çalışma olanağı sağlayan, Prof. Dr. Yaşar KARAKURT'a ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Halime ÜNLÜ'ye, teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Hakkı KOÇAL, Mesut ALTINDAL, Melih AYDINLI, Bilal YALÇIN, Murat CANSU Şafak SEKMEN ve Doç. Dr. Cenk KÜÇÜKYUMUK başta olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde bana maddi manevi her türlü imkânı sağlayan Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

4175-D1-14 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında ve doktora başladığım ilk günden itibaren her zaman arkamda olan annem Nazmiye GÜR'e ve ne yazık ki bu yıl itibari ile aramızdan ayrılan canım babam Ali GÜR'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Bana her zaman destek olan sevgili eşim Belma GÜLCÜ GÜR ve canım oğullarım Ali GÜR ve Yalçın GÜR'e sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İbrahim GÜR  
ISPARTA, 2018

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Denemede kullanılan anaçlar .....	18
Şekil 3.2. Araştırma alanı .....	18
Şekil 3.3. 2015 yılı sıcaklık değerleri .....	19
Şekil 3.4. 2016 yılı sıcaklık değerleri .....	19
Şekil 3.5. Bitkilerin saksılara dikilmesi .....	20
Şekil 3.6. Kullanılan harcin analizi .....	21
Şekil 3.7. Tarla kapasitesinin belirlenmesi .....	22
Şekil 3.8. Bitkilerde stresten kaynaklanan zararlanma belirtileri .....	23
Şekil 3.9. Bitkilerde zararlanma derecelerinin belirlenmesinde kullanılan skala .....	24
Şekil 3.10. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi aşamaları .....	25
Şekil 4.1. 2015 yılı zararlanma dereceleri .....	31
Şekil 4.2. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda BA 29 ve OHxF 333 anaçlarının görünümü .....	31
Şekil 4.3. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda Farold 40 ve OHxF 333 anaçlarının görünümü .....	32
Şekil 4.4. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda bitkilerin görünümü .....	33
Şekil 4.5. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda % 25 su uygulanan bitkilerin görünümü .....	34
Şekil 4.6. 2016 yılı zararlanma dereceleri .....	35
Şekil 4.7. 2016 yılı stres uygulamaları sonucunda bitkilerin görünümü .....	36
Şekil 4.8. 2016 yılı stres uygulamaları sonucunda % 25 su uygulanan bitkilerin görünümü .....	37
Şekil 4.9. 2015 yılında stres uygulaması başlangıcı ve sonundaki bitki boyu değişiminin kontrol uygulamasına göre azalış yüzdeleri .....	39
Şekil 4.10. 2015 yılı Fox 11 anacı uygulamalar arasındaki bitki boyu farkları .....	40
Şekil 4.11. 2016 yılında stres uygulaması başlangıcı ve sonundaki bitki boyu değişiminin kontrol uygulamasına göre azalış yüzdeleri .....	41
Şekil 4.12. 2016 yılı BA 29 anacı bitki boyu farkları .....	41
Şekil 4.13. 2015 yılında stres uygulamaları sonucunda yaprakların görünümü .....	43
Şekil 4.14. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre yaprak alanındaki azalış yüzdeleri .....	44
Şekil 4.15. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre yaprak alanındaki azalış yüzdeleri .....	45
Şekil 4.16. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre kök ağırlığındaki azalış yüzdeleri .....	47
Şekil 4.17. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre kök ağırlığındaki azalış yüzdeleri .....	48
Şekil 4.18. 2016 yılında stres uygulamaları sonucunda köklerin görünümü .....	49
Şekil 4.19. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre bağıl su içeriğindeki azalış yüzdeleri .....	51
Şekil 4.20. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre bağıl su içeriğindeki azalış yüzdeleri .....	52

Şekil 4.21. Membran zararlanmasının belirlenmesi için yapraklardan disklerin alınması ve EC değerlerinin belirlenmesi .....	54
Şekil 4.22. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre membran geçirgenliğindeki artış yüzdesi.....	55
Şekil 4.23. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre membran geçirgenliğindeki artış yüzdesi.....	56
Şekil 4.24. 2015 yılı stres başlangıcı ve sonundaki klorofil yoğunluğu değişimleri.....	58
Şekil 4.25. 2016 yılı stres başlangıcı ve sonundaki klorofil yoğunluğu değişimleri.....	59
Şekil 4.26. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre lipid peroksidasyonu artış ve azalış yüzdeleri .....	61
Şekil 4.27. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre lipid peroksidasyonu artış ve azalış yüzdeleri .....	62
Şekil 4.28. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre toplam fenolik madde miktarı artış yüzdeleri .....	64
Şekil 4.29. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre toplam fenolik madde miktarı artış yüzdeleri .....	65
Şekil 4.30. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre çözünebilir şeker miktarı artış yüzdeleri .....	67
Şekil 4.31. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre çözünebilir şeker miktarı artış yüzdeleri .....	68
Şekil 4.32. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre prolin miktarındaki artış yüzdeleri.....	70
Şekil 4.33. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre prolin miktarındaki artış yüzdeleri.....	71
Şekil 4.34. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre süperoksit dismutaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri.....	73
Şekil 4.35. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre süperoksit dismutaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri.....	74
Şekil 4.36. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre katalaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri .....	77
Şekil 4.37. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre katalaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri .....	78
Şekil 4.38. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre askorbat peroksidaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri.....	80
Şekil 4.39. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre askorbat peroksidaz aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri.....	81
Şekil 4.40. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre azot miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri.....	83
Şekil 4.41. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre azot miktarındaki azalış yüzdeleri.....	84
Şekil 4.42. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre bakır miktarındaki azalış yüzdeleri.....	87
Şekil 4.43. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre bakır miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	88
Şekil 4.44. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre bor miktarındaki azalış yüzdeleri.....	90
Şekil 4.45. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre bor miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri.....	91

Şekil 4.46. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre çinko miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	93
Şekil 4.47. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre çinko miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	94
Şekil 4.48. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre demir miktarındaki artış yüzdeleri .....	96
Şekil 4.49. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre demir miktarındaki artış yüzdeleri .....	97
Şekil 4.50. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre fosfor miktarındaki azalış yüzdeleri .....	99
Şekil 4.51. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre fosfor miktarındaki azalış yüzdeleri .....	100
Şekil 4.52. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre kalsiyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	101
Şekil 4.53. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre kalsiyum miktarındaki azalış yüzdeleri .....	103
Şekil 4.54. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre magnezyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	105
Şekil 4.55. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre magnezyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	106
Şekil 4.56. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre mangan miktarındaki artış yüzdeleri .....	107
Şekil 4.57. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre mangan miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	108
Şekil 4.58. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre potasyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri .....	110
Şekil 4.59. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre potasyum miktarındaki azalış yüzdeleri .....	111

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. 2014 yılı armut üretim değerleri .....	10
Çizelge 4.1. 2015 yılı su stresi uygulamalarının zararlanma derecesi üzerine etkileri .....	30
Çizelge 4.2. 2016 yılı su stresi uygulamalarının zararlanma derecesi üzerine etkileri .....	35
Çizelge 4.3. 2015 yılı su stresi uygulamalarının bitki boyu gelişim düzeyi üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.4. 2016 yılı su stresi uygulamalarının bitki boyu gelişim düzeyi üzerine etkileri.....	40
Çizelge 4.5. 2015 yılı su stresi uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkileri ...	42
Çizelge 4.6. 2016 yılı su stresi uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkileri ...	45
Çizelge 4.7. 2015 yılı su stresi uygulamalarının yaş kök ağırlığı üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.8. 2016 yılı su stresi uygulamalarının yaş kök ağırlığı üzerine etkileri.....	48
Çizelge 4.9. 2015 yılı su stresi uygulamalarının bağıl su içeriği üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4.10. 2016 yılı su stresi uygulamalarının bağıl su içeriği üzerine etkileri .....	52
Çizelge 4.11. 2015 yılı su stresi uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkileri.....	54
Çizelge 4.12. 2016 yılı su stresi uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkileri.....	56
Çizelge 4.13. 2015 yılı su stresi uygulamalarının klorofil yoğunluğu değişimi üzerine etkileri.....	58
Çizelge 4.14. 2016 yılı su stresi uygulamalarının klorofil yoğunluğu değişimi üzerine etkileri.....	59
Çizelge 4.15. 2015 yılı su stresi uygulamalarının lipid peroksidasyonu üzerine etkileri .....	61
Çizelge 4.16. 2016 yılı su stresi uygulamalarının lipid peroksidasyonu üzerine etkileri .....	62
Çizelge 4.17. 2015 yılı su stresi uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri.....	64
Çizelge 4.18. 2016 yılı su stresi uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri.....	65
Çizelge 4.19. 2015 yılı su stresi uygulamalarının çözünebilir şeker miktarı üzerine etkileri.....	67
Çizelge 4.20. 2016 yılı su stresi uygulamalarının çözünebilir şeker miktarı üzerine etkileri.....	68
Çizelge 4.21. 2015 yılı su stresi uygulamalarının prolin üzerine etkileri .....	70
Çizelge 4.22. 2016 yılı su stresi uygulamalarının prolin üzerine etkileri .....	71
Çizelge 4.23. 2015 yılı su stresi uygulamalarının süperoksit dismutaz enzim aktivitesi üzerine etkileri .....	73
Çizelge 4.24. 2016 yılı su stresi uygulamalarının süperoksit dismutaz enzim aktivitesi üzerine etkileri .....	74
Çizelge 4.25. 2015 yılı su stresi uygulamalarının katalaz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	76

Çizelge 4.26. 2016 yılı su stresi uygulamalarının katalaz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	78
Çizelge 4.27. 2015 yılı su stresi uygulamalarının askorbat peroksidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri .....	80
Çizelge 4.28. 2016 yılı su stresi uygulamalarının askorbat peroksidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri .....	81
Çizelge 4.29. 2015 yılı su stresi uygulamalarının N miktarı üzerine etkileri .....	83
Çizelge 4.30. 2016 yılı su stresi uygulamalarının N miktarı üzerine etkileri .....	84
Çizelge 4.31. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Cu üzerine etkileri .....	86
Çizelge 4.32. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Cu üzerine etkileri .....	88
Çizelge 4.33. 2015 yılı su stresi uygulamalarının B üzerine etkileri .....	89
Çizelge 4.34. 2016 yılı su stresi uygulamalarının B üzerine etkileri .....	91
Çizelge 4.35. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Zn üzerine etkileri .....	92
Çizelge 4.36. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Zn üzerine etkileri .....	93
Çizelge 4.37. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Fe üzerine etkileri.....	95
Çizelge 4.38. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Fe üzerine etkileri.....	96
Çizelge 4.39. 2015 yılı su stresi uygulamalarının P üzerine etkileri.....	98
Çizelge 4.40. 2016 yılı su stresi uygulamalarının P üzerine etkileri .....	99
Çizelge 4.41. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Ca üzerine etkileri .....	101
Çizelge 4.42. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Ca üzerine etkileri .....	102
Çizelge 4.43. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Mg üzerine etkileri .....	104
Çizelge 4.44. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Mg üzerine etkileri .....	105
Çizelge 4.45. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Mn üzerine etkileri .....	107
Çizelge 4.46. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Mn üzerine etkileri .....	108
Çizelge 4.47. 2015 yılı su stresi uygulamalarının K üzerine etkileri.....	110
Çizelge 4.48. 2016 yılı su stresi uygulamalarının K üzerine etkileri.....	111

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

APX	Askorbat peroksidaz
B	Bor
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
Cu	Bakır
DHAR	Dehidroaskorbat redüktaz
EC	Elektriksel iletkenlik
Fe	Demir
GR	Glutasyon redüktaz
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
K	Potasyum
MDA	Malondialdehid
MDHAR	Monodehidroaskorbat redüktaz
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit disodyum tuzu
NBT	Nitroblue tetrazolium
O <sub>2</sub>	Oksijen
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Süperoksit radikali
OH <sup>-</sup>	Hidroksil radikali
OHxF	Old Home x Farmigdale
P	Fosfor
PEG	Polietilen glikol
POD	Peroksidaz
POX	Peroksidaz
ROS	Serbest oksijen radikalleri
RCW	Bağlı su içeriği
SOD	Süperoksit dismutaz
TCA	Trikloroasetik asit
TBA	Tiobarbitürik asit
Zn	Çinko

## 1. GİRİŞ

Dış çevre ile sürekli ilişki halinde bulunan canlılar, uygun olmayan çevre şartlarına adapte olamadıklarında çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarına maruz kalırlar (Büyük vd., 2012). Kuraklık, birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayı olumsuz etkileyen, verim ve kalitede kayıplara neden olan önemli bir abiyotik stres faktörü olarak bilinmektedir. Kuraklık, yağışların kaydedilen normal seviyelerin önemli derecede altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarını olumsuz yönde etkileyen ve ciddi boyutta hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır (WMO, 1997).

Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine, kuraklığın hem süresinin hem de şiddetinin artmasına neden olmaktadır. Küresel iklim değişikliği için yapılan modelleme çalışmalarına göre, 2100 yılına kadar sıcaklığın ortalama 1 ile 3,5°C arasında artacağı ve bunun sonucunda bölgesel aşırı yüksek sıcaklıklar, taşkınlar ve dünya genelinde yaygın ve şiddetli kuraklık olaylarının meydana geleceği ön görülmektedir. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli 5. değerlendirme raporu uyarınca hazırlanan temsili konsantrasyon rotaları, 4.5 konsantrasyon senaryosu sonuçlarında, Türkiye’de sıcaklığın 2013 ve 2040 yılları arasında Kuzey-Batı ve Güney-Doğu bölgelerimizde yaz döneminde 2-3°C, kış döneminde ise 1-1.5°C artacağı tahmin edilmektedir (Demir vd., 2013).

Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda suyun bulunmaması tarımsal kuraklık olarak adlandırılır. Dünyada tarım alanlarını etkileyen stres faktörleri içerisinde kuraklık % 26’lık payla en büyük dilime sahiptir. Kuraklık stresi büyümeyi ve verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden biri olup, bitkilerde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı ortaya çıkarmakta ve buna bağlı olarak bitkiler, bu olumsuz çevresel koşullarına adapte olabilmek için tolerans mekanizmaları geliştirmektedirler (Blum, 1986; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Türkiye’de birçok bölgede tarımda kullanılan su kaynakları yeterli değildir. (Kadioğlu, 2008). Ülkemizde 20.000 ha kurak ve 31 milyon ha yarı kurak alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar göllerle birlikte toplam yüzölçümünün yaklaşık % 37’sini oluşturmaktadır (Öner vd., 2006). Ülkemiz, coğrafik özelliklerinden dolayı çok farklı iklim bölgelerine sahip olduğu için tarımsal üretimde en önemli faktör olan yağış, çok büyük



değişiklikler göstermektedir. Yağışa bağlı iklim sınıflandırmalarına göre, yıllık ortalama yağışı 250 mm'den az olan yerler kurak, 250-500 mm arası olan yerler ise yarı kurak iklime sahip bölgeler olarak isimlendirilmiştir. Türkiye'de İç Anadolu ile Doğu Anadolu bölgelerinin önemli bir kısmı yarı kurak iklim alanına girmektedir. İç Anadolu bölgesinde Tuz Gölü ve çevresi 300 mm yıllık yağış ile kurak bölge olma sınırındadır. Ülkemizde yıllık yağış ortalaması yaklaşık 640 mm'dir. Fakat yağış dağılımının düzensizliği nedeni ile kuraklık yaşanmaktadır. 2006-2007 yıllarında meydana gelen kuraklık, özellikle Marmara, Ege, İç Anadolu bölgeleri ile Batı Akdeniz ve Batı-Orta Karadeniz bölgelerinde etkili olmuştur (Kapluhan, 2012).

Kuraklık stresine tolerans, tüm bitkilerde görülmekle birlikte, türler arasında ve hatta türler içerisinde bile değişiklik göstermektedir (Özer vd., 1997; Jaleel vd, 2009; Lisar vd., 2012; Örs ve Ekinci, 2015). Bitki gelişiminde rol alan bazı moleküler, biyokimyasal ve fizyolojik olaylar ile stres faktörleri arasındaki etkileşimler, abiyotik streslere toleransın oldukça karmaşık bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır (Jaleel vd., 2009). Kuraklık stresinin bitkinin gelişimi ve verimi üzerine olan etkisi, stresin meydana geldiği gelişme dönemine, stresin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Doğan ve Avu, 2013).

Meyve ağaçlarının kökleri, yaprakları kadar aktiftir ve kök sistemi, toprak üstündeki sistemlerle ilişkiye girerek büyüme, gelişme ve meyve vermede önemli bir rol oynar (Kolesnikov, 1971). Kök sistemi ağacın tutunması, besin maddelerinin depolanması gibi önemli görevleri yerine getirir (Rom, 1987). Köklerin bu fonksiyonları, meyve ağaçlarının kök sistemini oluşturan anaçların meyve yetiştiriciliğindeki önemini ortaya koyar.

Meyvecilikte anaç kullanarak, çeşitlerin olumsuz toprak ve iklim şartlarından daha az etkilenmesini ve bulunduğu ortama daha kolay adapte olmasını sağlayabiliriz. Aynı zamanda anaç kullanımı ile hastalık ve zararlılara dayanıklılığı artırmak, verim ve kaliteyi yükseltmek ve ağaçların gelişme kuvvetlerini kontrol etmek mümkün olabilmektedir (Erbil ve Burak, 1999). Meyvecilikte kullanılan anaçlar, kurağa, dona, kirece, tuzluluğa, taban suyuna dayanımında ve bitki besin maddelerinin topraktan alınmasında etkili olmaktadır (Hartman vd., 1997).

Bir meyve türü yetiştiriciliği yapılmaya karar verildiğinde ekolojik şartlara göre en uygun anaç ve çeşit seçilmelidir. Son yıllarda meyvecilikte kullanılan anaç sayısının gittikçe arttığı ve tohum anaçlarının yerini zamanla klonal anaçlara bıraktığı görülmektedir. Bu klonal anaçların kuraklığa dayanımları da farklılık göstermektedir.

Kuraklık stresi ile ilgili özellikle sebzeler ve tahıllarda birçok araştırma olmasına rağmen, meyvecilikte kullanılan anaçlarla ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan şiddetli kuraklıkla mücadele edebilmek için, tarımı yapılan bitkilerin kuraklık toleranslarının artırılması ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir (Öztürk, 2015).

Bu çalışma ile armut yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan bazı anaçların, kuraklık stresi altında ortaya koydukları fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal reaksiyonları incelenmiştir. Çalışma sonucunda farklı düzeylerde su stresi uygulanan anaçlarda biyotik ve abiyotik strese etkili olduğu bilinen antioksidan madde miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile su stresi sonucu antioksidan madde ve enzim seviyelerini yükselterek dayanıklılığını artıran anaçlar tespit edilmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Bitkilerde Abiyotik Stres

Bir bitkiden maksimum verim almak için bitkiyi kendisi için en ideal olan koşullarda yetiştirmek gerekir. Ancak, bu durum pratikte her zaman mümkün olmamaktadır. Bitkiler hareketsiz olduklarından dolayı buldukları çevrede, istenmeyen koşullarla karşılaştığı durumlarda stres koşullarına maruz kalırlar (Köşkeröğlu, 2006; Büyük vd., 2012). Bitkilerde metabolizma, büyüme ve gelişmeyi engelleyen herhangi bir durum stres olarak kabul edilir. Bitkilerin bu olumsuz çevre şartlarında hayatta kalabilme gücüne ise stres direnci denir (Levitt, 1980). Başka bir deyişle, bitkinin uyum sağlayamadığı, hayatta kalma ve üremesini gerçekleştiremediği koşul ya da koşullar stres olarak tanımlanabilir (Hawkesford ve Buchner, 2001).

Stresle birlikte ortaya çıkan değişimler, stresin sona ermesi veya strese karşı direnç sağlanması ile birlikte normale dönebilir. Stresin şiddetinde ve süresinde meydana gelen artış veya dayanıklılığın kazanılmadığı durumlarda ise, bitki canlılığını kaybetmeye başlar (Gürel ve Avcıoğlu, 2001).

Organizmalar genetik yapılarına bağlı olarak strese karşı farklı tepkiler vermektedir. Bitkiler, stresin algılanmasıyla başlayan ve hedef genlerin ifadesiyle sonlanan olaylar ve tetikleyiciler sayesinde strese alışmaktadırlar. Bu stres uyarıcıları; taşıyıcılar, transkripsiyon düzenleyicileri, hedef genler ve stres tepkileridir (Örs ve Ekinçi, 2015). Bitkilerin değişen çevre koşullarında nasıl sinyal algılayıp ilettiğinin ve gen anlatımını nasıl düzenlendiğini bilmek tolerans mekanizmalarını aydınlatmak için önemlidir. Bitkiler stresi, plazma membranına yerleşik reseptörler ve hücre içi veya hücre iskeletine bağlı proteinler vasıtası ile algırlar. Saptanan çevresel sinyaller, sinyal kaskadları yoluyla iletilir. Sinyalin algılanması, iletilmesi ile ilgili tüm süreçlerin anlaşılması, değişen iklim koşullarında tarımsal üretimin güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için gereklidir (Keskin, 2012).

Ekstrem sıcaklıklar, kuraklık, tuzluluk, besin elementi, metal toksisitesi, kirlilik ve patojenler, bitkide büyüme ve gelişmeyi etkileyen önemli parametrelerdir. Bu istenmeyen çevresel koşullar % 70'e varan verim kaybına neden olabilirler. Bitkilerin

olumsuz çevre şartlarına tolerans gösterebilme yeteneklerinde genetik farklılıklar gözlenmektedir (Köşkeröglü, 2006).

Bitkiler, kuraklık, sıcaklık, tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına, büyüme ve gelişmeleri en az zarar görecektir şekilde fizyolojik ve metabolik değişiklikler ortaya çıkararak tepki verirler. Ancak, abiyotik stres koşullarında meydana gelen bu değişiklikler, karmaşık bir yapıya sahip olduğu için, üzerinde yıllardır çalışılıyor olmasına rağmen tam olarak anlaşılammıştır (Öztürk, 2015). Bitkilerin artan sıcaklıklar karşısındaki tepkileri farklıdır. Bu genotipik farklılıklar, ıslah çalışmalarında oldukça önemlidir. Su stresine toleranslı bitki geliştirebilmek için uygun ve hızlı test sistemleri geliştirilerek genotiplerin değerlendirilmesi gerekir (Yıldız ve Terzi, 2007a). Dayanıklı genotiplerin seçimi kuraklık problemini çözmek için en etkili yaklaşımlardan birisidir (Shalaby vd., 1993).

### **2.1.1. Bitkilerde kuraklık stresi**

Tüm abiyotik faktörler içerisinde verimi en fazla etkileyen faktör su noksanlığıdır. Yaprak büyümesi, stomaların açılıp kapanması ve fotosentez gibi birçok fizyolojik olay su miktarı ile doğrudan ilgilidir (Özer vd., 1997).

Bitkilerde su stresi, köklere gelen suyun yetersiz olduğu veya transpirasyon hızının çok yüksek olduğu durumlarda ortaya çıkar. Su noksanlığında önce kuraklık veya yüksek toprak tuzluluğu meydana gelir. Toprak tuzluluğunun yüksek olması veya düşük toprak sıcaklığı gibi durumlarda toprakta su olsa bile bitkiler tarafından alınmaz. Bu duruma fizyolojik kuraklık da denir (Lisar vd., 2012).

Bitkiler kuraklık stresine karşı stresten kaçınma ve stres toleransı olmak üzere iki ana savunma mekanizmasına sahiptirler (Mundree vd., 2002; Kuşvuran vd., 2011). Bitkiler çeşitli yöntemlerle stresten kaçınırlar. Örneğin çöl efermerleri kuraklık bitene kadar sadece dormant tohumlar şeklinde kalarak kuraklıktan kaçan tek yıllık bitkilerdir. Sukkulent bitkiler ise dokularında su depolayabilme özellikleri ve su kayıp oranlarının oldukça düşük olması sayesinde kuraklık stresinden kaçınabilirler. Bu bitkilerin ince çeperli yapıya sahip olan parankima hücreleri oldukça fazla genişleme gücüne sahip olup, yağışlı mevsimlerde hızlı bir şekilde fazla miktarda suyu depolayabilirler. Her dem yeşil çöl bitkileri ise ozmotik koruyucular sentezleyerek su

noksanlığı boyunca dokularındaki turgoru sürdürmek suretiyle kuraklıktan kaçınırlar. Strese toleranslı bitkiler stresten kaçınan bitkilere göre kuraklık stresine daha dayanıklıdır. Çünkü bu bitkiler kuraklık stresine karşı koruyucu mekanizmalarını çalıştırarak daha şiddetli kuraklık durumunda hayatta kalabilirler. Kuraklığa toleranslı bitki grupları içerisinde yer alan yeniden dirilen bitkilerde, suyun kısıtlı olduğu durumlarda vejetatif dokulardaki bağıl su içeriğinin % 5'ine kadar kaybedebilir, su buldukları durumda ise rehidrasyon ile yeniden su alırlar (Mundree vd., 2002). Kuraktan kaçınan bitkiler geniş bir kök sistemine sahiptir. Kuraklığa toleranslı bitkilerde su stresi ile birlikte ozmotik düzenleme ve membran sistemini koruyarak hücresel düzeyde bir mekanizma oluştururlar (Kuşvuran vd., 2011).

Kısıtlı su bitkilerde hücre gelişimi ve bölünmesini olumsuz etkileyerek bitki büyümesinin engellenmesine neden olur. Yaprakta suyun azalması, klorofil sentezini yavaşlatarak klorofil parçalanmasını hızlandırır. Ancak stres süresinin kısa olması klorofil sentezi ve parçalanmasında önemli bir fark meydana getirmez (Kramer, 1983).

Hücresel reaksiyonlar ve işlevlerde görev alan su, hücrenin büyük bir kısmını oluşturur. Hücrede suyun azalması, normal işleyişi ve metabolizmayı bozar. Su kaybı sonucunda oluşan iyon birikimi, membran bütünlüğünü ve proteinlerin yapısını bozarak hücreye zarar verir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Su stresi sonucunda hücre büyümesi ve bölünmesi azalır. Bu da bitkinin özellikle toprak üstü organlarında ciddi boyutta klmelere neden olur. Suyun azalması ile birlikte klorofil oluşumunun engellenmesi nedeniyle fotosentez kabiliyeti de düşmektedir. Yine su noksanlığında eşiide göre değişmekle birlikte yapraktaki hücrelerin turgor basıncı da düşmekte ve hücrede absisik asit birikimi artmaktadır. Bunun sonucunda da stomalar kapanmakta ve bitkide fotosentez azalmaktadır (zer vd., 1997).

Kuraklık stresi görülen bitkilerde yaprakların üzerleri sık tüylerle kaplanır. Bu tüyler, altta bulunan hücrelerin sıcaklığını 1-2 °C düşürerek, transpirasyon hızının azaltılmasını sağlar. Yine yaprak üzerinde oluşan ve mumsu bir yapıda olan kütikula tabakası, güneş işınlarını yansıtarak sıcaklığın etkisini düşürür, bunun sonucunda transpirasyon hızı düşer (Göksoy ve Turan, 1991; Kutlu, 2010). Bazı otsu bitkiler, kuraklık boyunca yapraklarını kıvrırarak transpirasyon yüzeylerini azaltırlar (Göksoy ve Turan, 1991).

Kurak şartlar altındaki yapraklar, transpasyonla kaybedilen su miktarını azaltmak; kökler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle alabilmek için bazı morfolojik değişimler oluştururlar. Kuraklık stresi ile birlikte önce kök gelişimi hızlanır ve kökün gövdeye oranı artar (Kutlu, 2010). Fotosentez sonucunda oluşan ürünlerin büyük bölümü kök gelişimini artırmak için köklere taşınır ve ozmotik potansiyel artırılır. Nemli toprakların yer aldığı tabakalara doğru kök gelişimi oluşur. Kuraklık stresi görülen bitki köklerinde alttaki canlı hücreleri, kurak ve sıcak toprağın etkisinden koruyan, kalın bir mantar dokusu oluşur (Çırak ve Esenal, 2006).

Bitkilerde verimle ilgili birçok fizyolojik karakter kuraklıktan etkilenmektedir. Bitkilerin su noksanlığından en fazla etkilendiği dönem generatif dönemdir. Yapılan araştırmalar, tohumun oluşmaya başladığı gelişim evresinde meydana gelen şiddetli kuraklıkların % 95'lere varan verim kaybına neden olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, bitkilerde özellikle çiçeklenme dönemindeki su noksanlığı kısırlığa yol açmaktadır (Farooq vd., 2009).

Su noksanlığı ile bitkilerde hücrelerin turgoritesi azalmakta ve buna bağlı olarak ozmotik potansiyel de azalmaktadır. Bunu takiben bitkilerde çeşitli eriyebilir maddeler birikmekte ve vakuolden yapraklara su ile birlikte taşınan ozmotik maddelerin miktarlarında artış oluşmaktadır. Bitki kök bölgesindeki ozmotik potansiyel ve su alım mekanizmasının çevreye uyumlu hale getirildiği bu olaya ozmotik uyum denir. Ozmotik uyum kuraklık ve tuz stresine karşı bitkinin hayatta kalmasını sağlayan önemli bir mekanizmadır (Pessarakli, 1999; Kuşvuran vd., 2011). Bitkiler stres sonucunda ozmotik dengeyi oluşturmak için, sitoplazma ve organellerinde bazı çözünebilir maddeler biriktirirler. Enzimler üzerinde de olumlu etkileri olan bu maddeler, aynı zamanda membran bütünlüğünü de koruyarak, ozmotik düzenlemeyi sağlar. Yapılan çalışmalarda glisin, betain ve prolin gibi organik maddelerin sentezlenmesi ile strese tolerans arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur (Ashraf ve Foolad, 2007).

Bitkilerin strese karşı verdiği diğer bir tepkide, düşük moleküler ağırlıklı çözünen maddeler veya ozmolitler (şekerler, polioller, prolin gibi aminoasitler) ile ısı şoku proteinleri ve LEA (geç embriyogenez bağımlı) proteinleri gibi farklı özel proteinlere dayanmaktadır. Ozmolitler stres sonucunda oluşan serbest oksijen radikallerinin

temizlenmesinde görev yapan proteinler olup ozmotik ayarlayıcı ve ozmoprotektan olarak rol oynamakta ve böylece sitoplazmada suyun tutulmasını sağlamaktadırlar. Tüm organizmalar genellikle normal büyüme sıcaklığının 8-10°C üstündeki sıcaklıklara maruz kaldığında, ısı şoku proteinleri sentezlerler (Yıldız ve Terzioğlu, 2007b). Bu ısı şoku proteinleri protein katlanması, hücresel düzenlenme ve zararlı proteinlerin çoğalmasını önlemek gibi birçok önemli konuda görev alarak hasarlanmış ve yanlış katlanmış polipeptitleri bağlayarak bu polipeptitlerin yıkımını önlerler (Büyük vd., 2012).

Stres altındaki bitkilerde, klorofil ve karotenoid konsantrasyonu azalırken, lipid peroksidasyonu artmaktadır. Yine bu bitkilerde oksidatif strese karşı savunma mekanizmasını geliştirmesi için toplam fenol ve toplam çözünür protein miktarı da artmaktadır (Bacelar vd., 2006).

Kuraklık ve tuzluluk stresi sonucu bitkilerde görülen tepkiler birbirine benzemektedir. (Muns, 2002; Kuşvuran vd., 2012; Osakabe vd., 2014). Tuzlu topraklar bitkilerin su alma yeteneğinin hızla azalmasına neden olur. Bitkilerde köklerden gelen hormonal sinyaller yüzünden sürgün büyümesi azalır (Muns, 2002). Bitkiler su kaybını azaltmak için ilk olarak stomalarını kapatırlar (Kuşvuran vd., 2012, Osakabe vd., 2014). Stomaların kapanması ile CO<sub>2</sub> gazının girişi engellenir. Hücrede CO<sub>2</sub> fiksasyonunda kullanılması gereken, fakat yeterli gaz girişi olmadığı için indirgeme işleminde kullanılmayan elektronlar, klorofiller tarafından absorbe edilen ışık enerjisi ile birlikte O<sub>2</sub>'nin aktivasyonunda ve indirgenmesinde rol oynar ve stres altındaki bitkilerde serbest oksijen radikalleri (ROS) meydana gelir. ROS'lar hücrede protein, membran lipidleri, nükleik asitler ve klorofillere zarar vermektedir (Çaylak, 2011; Kuşvuran vd., 2012). ROS'lar anatomik ya da moleküler yapılarda çiftlenmemiş bir veya daha fazla tek elektron taşıyan, başka moleküller ile kolayca elektron alışverişine giren moleküllerdir (Çavdar vd., 1997). Hücrelerde bulunan başlıca ROS türleri, singlet oksijen (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), süperoksit radikali (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve hidroksil radikali (OH<sup>-</sup>) olup, normal şartlarda hücredeki düzeyleri sürekli denge halindedir (Büyük vd., 2012).

Bitkiler, stresle birlikte oluşan ve hücre zarında tahribat yapan serbest oksijen radikallerine karşı koymak için, bazı savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Stres

altındaki bitkiler, kendilerini toksik O<sub>2</sub> türevlerine karşı koruyan antioksidantlara ve antioksidatif enzimlere sahiptirler (Alscher vd., 2002; Asada, 2006). Stres altındaki bitkiler de dahil olmak üzere tüm canlılarda antioksidant miktarları ve antioksidatif enzim aktiviteleri ne kadar fazla olursa, oksidatif zararlanmaya karşı da o derece dayanıklı olmaktadır (Asada, 2006).

Vitamin E, vitamin C, glutatyon ve karotenoidler gibi kloroplastlar, bitkideki serbest oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahiptirler. Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR) ve katalaz (CAT) gibi antioksidatif enzimler serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde önemli rollere sahiptirler (Çakmak ve Marschner, 1992; Gossett vd., 1994). Bu enzimlerin bitkilerdeki çalışma durumları tür ve çeşitlere göre farklılık göstermekte ve bitkinin stres koşullarına dayanımı üzerinde oldukça etkili olmaktadır (Kuşvuran vd., 2012).

SOD aerobik organizmalarda bulunan ve ROS'a karşı hücrel savunma mekanizmalarında önemli rol oynayan bir enzimdir (de Azevedo Neto vd., 2006). Hücrede ROS'a karşı yapılacak savunmanın ilk hattını oluşturur. Süperoksit radikali, elektron taşıma zincirinin olduğu her hücre kısmında üretilir. Bu yüzden SOD enzimi hücre içerisinde tüm bölgelerde bulunmakla beraber daha çok kloroplastlar, mitokondriler ve peroksizomlarda bulunur. Fosfolipid zarları süperoksit radikallerine karşı geçirgen değildir. Bu, SOD'un süperoksit radikallerini oluştukları yerlerde yok ettiğini göstermektedir (Alscher vd., 2002). Kuraklık stresi başlangıcında SOD aktivitesinin artması bitkiyi, oksidatif hasara karşı korur. Ancak, kuraklığın süresi ve şiddetinin artması sonucu SOD aktivitesi de azalmaktadır (Fu ve Huang, 2001).

CAT enzimini stres üzerindeki engelleyici etkisini belirlemek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Tuz stresi sonucu hücrelerde meydana gelen zararın seviyesinde CAT aktivitesindeki artış, belirleyici rol oynamaktadır. Prasad (1997), çalıştığı enzimler içerisinde tuz toleransı ile en iyi ilişkiyi CAT'in verdiği bulunmuştur.

Bitkilerde birçok göreve sahip olan askorbat ve glutatyon, bitkileri stres şartlarında meydana gelen ROS'a karşı koruyan küçük moleküllü antioksidanlardır. Bu iki enzim



aynı zamanda fotosentezde, redoks sinyalinde, patojen savunmasında ve büyümenin düzenlenmesinde rol almaktadırlar (Smirnoff, 2000).

Stresin neden olduğu oksidatif zararlanma en çok hücre zarına zarar verir. Oksidatif zararlanma ile birlikte hücre zarlarında lipid peroksidasyonu oluşur bunun sonucunda hücre zarının geçirgenliği bozulur ve hücre sıvısının kaybolması ile birlikte bitki ölür. SOD ve CAT enzim aktiviteleri ile lipid peroksidasyonu düzeyinin azalması arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. Lipid peroksidasyonu malondialdehit (MDA) adı verilen bir madde yardımıyla ölçülebilir. MDA hücre zarı hasara uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda olması ise hücre zarı yapısının sağlam olduğunu göstermektedir (Dhindsa ve Mathowe, 1981).

## 2.2. Armut Üretim Değerleri ve Anaç Kullanımı

Kurağa koşullara dayanıklı bir tür olduğu için dünya üzerinde geniş bir yayılım alanına sahip olan armut, ılıman bölgeleri ve güneşli yerleri sever. Elmadan sonra ılıman iklim meyveleri içerisinde en fazla yetiştiriciliği yapılan türdür. Türkiye’de bütün bölgelerde armut yetiştiriciliği yapılmaktadır. Armut üretimimiz yıllara göre değişmekle birlikte çoğunlukla artış eğilimi içerisinde olmuştur (Özçağıran vd., 2004). Dünya armut üretim değerleri Çizelge 2.1’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Türkiye’nin 462.336 ton ile dünya armut üretiminde 5. sırada yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2014).

Çizelge 2.1. 2014 yılı armut üretim değerleri (Anonim, 2014)

Ülke	Üretim değerleri (Ton)
Çin	17.964.400
Arjantin	777.271
ABD	754.415
İtalya	701.558
Türkiye	462.336
İspanya	429.548
Dünya	25.798.644

Armutta genelde anaç olarak ayva, armut ve bazı *Pyrus* türleri kullanılmaktadır. Türkiye'de daha çok ayva, armut çöğürleri ve ahlat kullanılırken, diğer ülkelerde ise Williams, Winter Nelis, Beurre Hardy, OHxF melezleri ve bazı ayva klonları ile yetiştiricilik yapılmaktadır. Uzakdoğu ülkelerinde *P. pyrifolia* ve *P. kawakamii*, Hindistan'da ise *P. pashia* ve *P. pyrifolia* türleri generatif üretim amaçlı kullanılmaktadır. İtalya'da çöğür anaçları, BA 29, EM C, Sydo, EM A ve Adams anaçları önerilirken, Farold 87, Farold 40 ve Fox 11 ümit vadeden anaçlar olarak görülmektedir (Günen ve Mısırlı, 2004).

### 2.3. Kuraklık Stresi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Li vd. (2008)'nin kuraklığa dayanıklı armut çeşitleri geliştirmek için *P. betulaefolia*, *P. pyrifolia*, *P. pashia* ve *P. pseudopashia* türlerinde yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin membran geçirgenliği ve antioksidan enzim sistemleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Araştırmacılar hafif stresle birlikte MDA içeriğinin belirgin olarak düştüğünü fakat orta ve şiddetli derecede kuraklıkla birlikte yine belirgin şiddette arttığını belirlemişlerdir. Çalışmada şiddetli kuraklık stresi ile *P. pyrifolia* membran yapısındaki hasar diğer üç türden daha fazla meydana gelmiştir. *P. pyrifolia*'nın SOD aktiviteleri azalırken, diğer üç tür hafif stresle birlikte artmış ve orta ve şiddetli stres ile azalmıştır. POD ve CAT aktiviteleri dört türde de azalmıştır.

Kırnak ve Demirtaş (2002), 'Dalbastı' kiraz çeşidinde farklı su stresi seviyelerinin sürgün uzunluğu, yaprak alanı, gövde çapı, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su kapsamı ve klorofil içeriği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Serada saksılarda yürütülen çalışmada 1 yaşlı fidanlara faydalı suyun % 100 (kontrol), % 75, % 50 ve % 25'i düzeyinde su kısıtı uygulanmıştır. Araştırmacılar su stresinin, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal nemi ve klorofil gibi özelliklerde azalmaya yol açtığını ortaya koymuşlardır. Su stresi en fazla yaprak alanını etkilemiştir. Sürgün ve gövde çapında da azalmaların olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar stres süresinin uzaması ile su eksikliğinin fizyolojik ve morfolojik değişimlerin daha belirgin hale geldiğini ifade etmişlerdir.

Litvanya'da MM. 106, M. 26 B. 118, M. 9, P.60, P. 59, P. 2, B. 396 ve P.22 elma anaçlarına orta ve şiddetli olmak üzere iki kuraklık stresi uygulanmıştır. Stres uygulamalarından 5 hafta sonra yaprak alanı ile birlikte yaprak, sürgün ve köklerin taze ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Araştırmacılar orta derecede uygulanan stresle birlikte çöğür hariç tüm anaçlarda; şiddetli kuraklık sonucunda ise tüm anaçlarda yaş ve kuru ağırlık birikiminin kontrole göre % 50 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada kuraklığın yaprakların erken yaşlanıp dökülmesine ve yaprak alanının azalmasına neden olduğu ortaya konulmuştur (Sakalauskaite vd., 2006).

Alizadeh vd. (2011), kuraklık stresine karşı M.9, MM 106, Azayesh ve Gami elma anaçlarının fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik tepkilerini incelemiştir. Çalışmada, kuraklık stresi ile birlikte yaprak alanı, gövde alanı, yaprak sayısı, yaş ve kuru kök ağırlığı, yaprak su potansiyeli, bağıl su içeriği, sürgün uzunluğu ve sürgün çapı gibi morfolojik parametrelerde önemli derecede azalmaların meydana geldiği, klorofil içeriği, prolin, çözünebilir şeker ve yaprak sıcaklığı gibi fizyolojik parametrelerin ise arttığı belirlenmiştir.

Atkinson vd. (1999), bazı elma anaçlarının kuraklık stresi karşısında toleranslarını belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada saksıda yetiştirdikleri bitkileri normal sulama periyodundan sonra suyu kademeli olarak azaltmışlardır. Altı ay sonra bitkiler kesilerek bitki organlarındaki kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bazı anaçların sürgün ve kök kuru madde miktarı ile kök uzunluklarında büyük farklılıklar sergilemesine karşın, kuraklık stresine cevaben tüm anaçların kök kütlesinde veya uzunluğunda azalma gözlenmediği ifade edilmiştir.

Farklı anaçlara aşılı '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde su stresinin bazı vejetatif gelişim parametrelerine etkisi araştırıldığı denemede tüm anaç/çeşit kombinasyonları için 4 farklı kuraklık düzeyi uygulanmıştır. Araştırmacılar gövde kesit alanı, sürgün uzunluğu, sürgün çapı ve yaprak alanı gelişimlerinin stres düzeylerinin yoğunluğuna bağlı olarak olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda su kaynaklarının yetersiz olduğu yerlerde klon anacı olarak Ma x Ma 14 anacının üreticilere tavsiye edilebileceğini ifade etmişlerdir (Küçükyumuk vd., 2015).

Wang vd. (2012), *Malus prunifolia* ve *Malus hupehensis* elma anaçlarında yürüttükleri çalışmada 2 yaşında saksılı bitkileri 12 gün boyunca susuz bırakmışlardır. Çalışma sonunda *M. prunifolia*'nın hücre bütünlüğünün *M. hupehensis*'ten daha uzun sürdüğü kuraklıkla birlikte H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, ve MDA düzeylerinin hassas olan türde daha büyük artışlara neden olduğu bildirilmiştir. Çalışmada analiz edilen SOD, peroksidaz (POD), APX, GR ve dehidroaskorbat redüktaz (DHAR) aktiviteleri *M. prunifolia*'da *M. hupehensis*'e göre daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar elde edilen sonuçların, su stresine tepki olarak, *M. prunifolia* ve *M. hupehensis*'in yapraklarında oksidatif hasarı en aza indirmek için antioksidan enzimlerini ve antioksidan aktivitelerini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Bolat vd. (2014), M9 elma anacı ve MA Quince anaçlarında yapmış oldukları çalışmada su stresinin her iki anaçta da aşu gelişiminin yanı sıra, çoğu morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Artan su stresi, göreceli sürgün uzunluğu, çap ve bitki toplam taze ve kuru ağırlıklarını azaltmıştır. Araştırmacılar her iki anaçta da su stresi artışı ile elektrolit sızıntısı artarken, yaprak bağıl su içeriği ve klorofil indeksinin azaldığını aynı zamanda POD, CAT, prolin, antosiyanin ve fenol içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda su sıkıntısı yaşanan bölgelerde bu anaçların kullanılmasında dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir.

Sivritepe vd. (2008), yapmış oldukları çalışmada Gisela 5 kiraz anacında kuraklık stresi oluşturmak için Murashige ve Skoog ortamına 6 hafta boyunca % 0, % 1, % 2 ve % 4 polietilen glikol (PEG-8000 ) uygulanmışlardır. Deneme sonucunda su stresi kuru kütle, uzunluk, su içeriği ve göreceli klorofil içeriğini azaltmıştır. Melondialdehit içeriği SOD, CAT, APX, POD ve GR gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinin de anlamlı şekilde yükseldiği tespit edilmiştir.

Babalık vd. (2015) tarafından kuraklık stresinin Kober 5 BB Amerikan asma anacına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, in vitro şartlarda kuraklık stresi oluşturmak için besin ortamına % 0, % 1.2, % 2.4, % 3.6 ve % 4.8 konsantrasyonlarında PEG ilave edilmiştir. Stresle birlikte Kober 5 BB anacının büyüme ve gelişmesinde gerileme gözleendiği, prolinin yanı sıra SOD, CAT ve APX gibi antioksidan enzim aktivitelerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Mills (1996), MM 106 anacı üzerine aşılı Breburn elma çeşidine farklı yetiştirme dönemlerinde kuraklık stresi uygulamış ve stresin uygulandığı dönemlerde bitkilerde gövde çapı, yaprak alanı ve sürgün uzunluğunun azaldığını bildirmiştir.

Liu vd.,(2012), *Malus sieversii* ve *M. hupehensis* anaçları üzerine aşılı 2 yaşlı 'Gala Gala' elma çeşidinde su stresinin etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, kuraklık stresi ile bitkilerde toplam biyokütle, yaprak alanı, sürgün çapı ve büyüme oranı gibi değerlerde azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada kuraklık stresi ile *M. sieversii*'ye aşıl原因an bitkilerin yaprak ve köklerinde, askorbik asit ve glutatyonun daha yüksek sentezlendiği ve SOD, CAT, APX, monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR), DHAR ve GR aktivitesinin daha yüksek olduğu ortaya koyulmuştur. Araştırmacılar anaç seçiminin bir bitkide antioksidan sistemi geliştirerek kuraklık direncini artırabileceğini bildirmişlerdir.

Kitosan aktif oksijen türlerini temizleyen benzersiz biyoaktif özelliklere sahip bir katyonik katione polisakkariddir. Kitosan uygulaması yapılan ve kuraklık stres dönemine giren elma çöğürlerinin yapraklarında hücre zarı stabilitesi ve antioksidan enzim aktiviteleri analiz edilmiştir. Çalışma sonunda antioksidan enzim aktivitelerinin (SOD, CAT) ve malondialdehit üretiminin arttığı tespit edilmiştir (Yang vd., 2009).

Pouyafard vd. (2016), 'Ayvalık' zeytin çeşidi fidanlarında yürütmüş oldukları çalışmada, farklı sulama düzeylerinin zeytin fidanlarının fizyolojik ve morfolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen morfolojik parametrelere göre hiç su verilmeyen konu haricinde diğer konular arasında (% 100, % 66 ve % 33) istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Fizyolojik parametrelerden ise yaprak ve hava sıcaklığı farkı, stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken, klorofil içeriğinde önemsiz bulunmuştur. Araştırmacılar 'Ayvalık' zeytin çeşidinin su stresine karşı oldukça toleranslı olması nedeniyle, suyun yetersiz olduğu alanlarda yetiştirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Sofo vd. (2004), iki yaşındaki zeytin ağaçlarında yürüttükleri bir çalışmada yaprak ve köklerdeki prolin, malondialdehit ve lipoksigenaz (LOX) aktivitesinin kuraklık stresi

şiddetine paralel olarak hem yapraklarda hem de köklerde arttığını ve prolin birikiminin kuraklığa toleransda rol oynadığını belirlemişlerdir.

'Ayvalık' ve 'Gemlik' zeytin çeşitlerinin farklı sulama konularına verdikleri morfolojik tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada, bitki boyu, sürgün uzunluğu ve gövde çapı değerlerinin sulama suyu miktarı ile doğrusal bir ilişki gösterdiği ortaya konulmuştur (Kaya, 2012).

Hindistan'da yürütülen bir çalışmada *Ziziphus rotundifolia* Lamk. bitkisinde kuraklık stresinin etkilerini inceledikleri çalışmada, artan kuraklıkla birlikte bitkilerde şeker gibi toplam çözünen madde konsantrasyonlarının ve prolin miktarının arttığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar *Ziziphus rotundifolia* nın kuraklığa karşı toleranslı bir bitki olduğunu belirtmişlerdir (Arndt vd., 2001).

Su stresi uygulanan asma bitkilerinde yaprak oransal nem içeriği, yaprak kuru madde miktarı, klorofil içeriği, fotosentez hızı önemli ölçüde azalmıştır. Toplam yaprak protein içeriği ve ayrıca serbest amino asitlerin birikiminde azalma meydana gelmiştir. Aynı zamanda dokulardaki proteaz aktivitesi de artmıştır. Prolin içeriğinin ise 2 kat arttığı bildirilmiştir (Bertamini, 2006).

Muzda yürütülen bir çalışmada kuraklık stresi uygulanan bitkilerin boy ve gövde çaplarının kontrol grubuna göre daha az olduğu, tespit edilmiştir. Çalışmada kuraklığın ilerlemesiyle stoma iletkenliğinin başlangıca göre düştüğü ve yaprak oransal su içeriğinin artması ile prolin miktarının azaldığı tersi durumda ise arttığı tespit edilmiştir (Ismail vd., 2004).

Kabay ve Şensoy (2016), bazı fasulye genotiplerinin kuraklık stresi sonucunda oluşturduğu enzim ve iyon değişimlerini inceledikleri çalışmada, fasulye bitkilerine verilen su, kademeli olarak kesilerek stres oluşturulmuştur. Kuraklık stresine dayanıklı ('Yakutiye' ve 'V-a1') ve duyarlı ('Zulbiye' ve 'T7') fasulye genotiplerinde beş farklı stres döneminde CAT, SOD, APX, MDA, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, K, Ca ve Na iyon içeriklerindeki bariz farkların olduğu gözlenmiştir.

Sibomana vd. (2013)'nin 'Money Maker' domates çeşidinde 4 farklı kuraklık düzeyinin (% 100, % 80, % 60 ve % 40) verim, bitki boyu, gövde çapı, stoma iletkenliği, bağıl su içeriği ve yaprak klorofil içeriği gibi özelliklerini inceledikleri çalışmada, su stresi ile birlikte söz konusu özelliklere ait değerlerde belirgin azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Tuza tolerans düzeyleri belirlenmiş 'Midyat', 'Şemame', 'Ananas' ve 'Yuva' kavun genotiplerinin kuraklık stresi karşısındaki tepkilerinin incelendiği çalışmada, bitkilerin yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve yaprak sıcaklığı gibi özellikler bakımından değerlendirilmiştir. Tuza toleranslı Midyat ve Şemame genotiplerinin, kuraklık stresi karşısında kontrol bitkileri ile benzer gelişme gösterdiği, buna karşılık tuza hassas olan Yuva ve Ananas kavunlarının kuraklık stresinden önemli ölçülerde etkilendiği belirlenmiştir. Araştırmacılar yaprak alanı, nispi nem içeriği, stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı ve yaprak su potansiyeli gibi değerlerin Midyat ve Şemame genotiplerinde stres koşullarında korunduğunu bildirmişlerdir. Tuza hassas Yuva ve Ananas genotiplerinde ise kontrole göre düşüşlerin olduğu ifade edilmiştir (Kıran vd., 2014).

Knipp ve Honermeier (2005), patatesten yürütmüş oldukları bir çalışmada kullanılan tüm patates çeşitlerinde kuraklık stresinin etkisiyle yapraklardaki prolin miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Doğan (2012), iki hassas, iki toleranslı ve bir yabancı olmak üzere toplam 5 domates genotipinde yaptığı çalışmada, stres sonucunda bitkilerde SOD, GR, APX ve CAT enzim aktivitesinin toleranslı genotiplerde arttığını, hassas genotiplerde ise azaldığını; MDA ve klorofil sonuçlarının da enzim aktivitelerini pozitif yönde desteklediğini bildirmiştir.

Kuşvuran vd. (2012), değişik sebze türlerinde ve bunlara ait genotiplerde yapmış oldukları çalışmalarda SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerini stres koşullarında daha yüksek sentezleyebilen genotiplerin, daha az sentezleyebilenlere oranla daha iyi bir dayanıklılığa sahip olduğunu ve antioksidant enzim aktivitelerinin strese hassas ve dayanıklı bitkileri seçme konusunda güvenilir bir seçim kriteri olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan bitkisel materyal ve özellikleri

Araştırmada günümüz armut yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde kullanılan bir tanesi çöğür diğerleri klonal olmak üzere 5 anaç kullanılmıştır (Şekil 3.1). Kullanılan anaçlara ait özellikler aşağıda verilmiştir.

**Armut çöğürü** (*Pyrus communis* L.): Avrupa ve A.B.D’de *Pyrus communis* türleri anaç olarak kullanılır. Kuvvetli bir anaç olup, kuraklık ve toprak neminin fazla olduğu topraklara toleranslıdır. Farklı toprak şartlarına uyumludur. Kök çürüklüğüne karşı dayanıklıdır (Özçağırın vd., 2005).

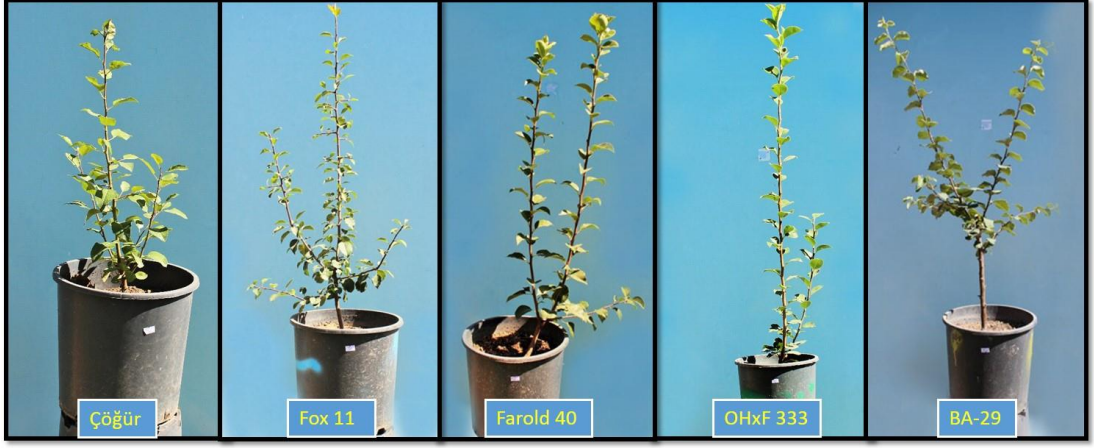
**Fox 11** (*Pyrus communis* L.): İtalya’da Fox serilerinden selekte edilmiştir. BA 29’a benzer bir büyüme kuvveti gösterir. Hektara 2000-2500 ağaç gelecek şekilde dikilebilir. Kireçli topraklara dayanıklıdır (Mitcham ve Elkins, 2007).

**OHxF 333** (*Pyrus communis* L.): Old Home x Farmingdale melezidir. A.B.D kökenlidir. Standart armut anacı büyüklüğünün 2/3’ü kadar bodurluk sağlar. Üzerine aşılı çeşidi erken verime yatan verimli bir anaçtır. Kış soğuklarına, ateş yanıklığına ve kök çürüklüğüne dayanıklıdır (Özçağırın vd., 2005).

**Farold 40 ( OHxF 40)** (*Pyrus communis* L.): Old Home x Farmingdale melezidir. A.B.D kökenlidir. Yarı bodur gelişme karakterine sahiptir. OHxF 333’e benzer gelişme gösterir. Ateş yanıklığına dayanıklıdır (Campbell, 2003).

**BA-29** (*Cydonia oblonga* L.): Fransa’ da selekte edilmiştir. Quince A ve OHxF 333’den çok az daha kuvvetli gelişir. Stoolbed ile üretimi kolaydır. Virüslere toleransı azdır (Campbell, 2003).





Şekil 3.1. Denemede kullanılan anaçlar

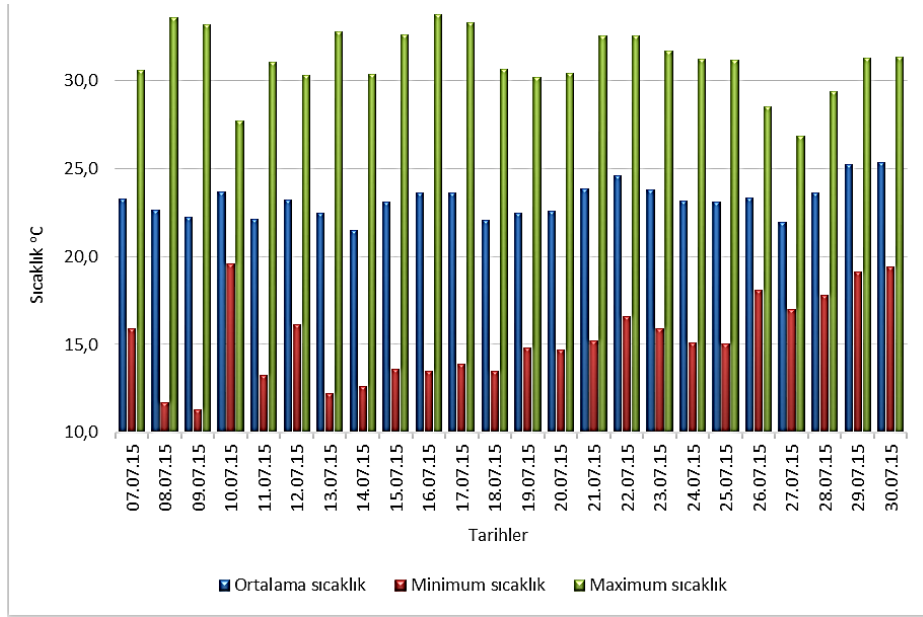
### 3.1.2. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri

Araştırma Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Enstitü 37° 49' kuzey enlemi, 30° 52' doğu boylamı noktasındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 940 m'dir. Araştırma, bitkilerin yağmurdan etkilenmesini engellemek amacıyla 4 m genişliğinde 30 m uzunluğunda kenarları 1.5 m açık yüksek tünel içerisinde yürütülmüştür (Şekil 3.2).

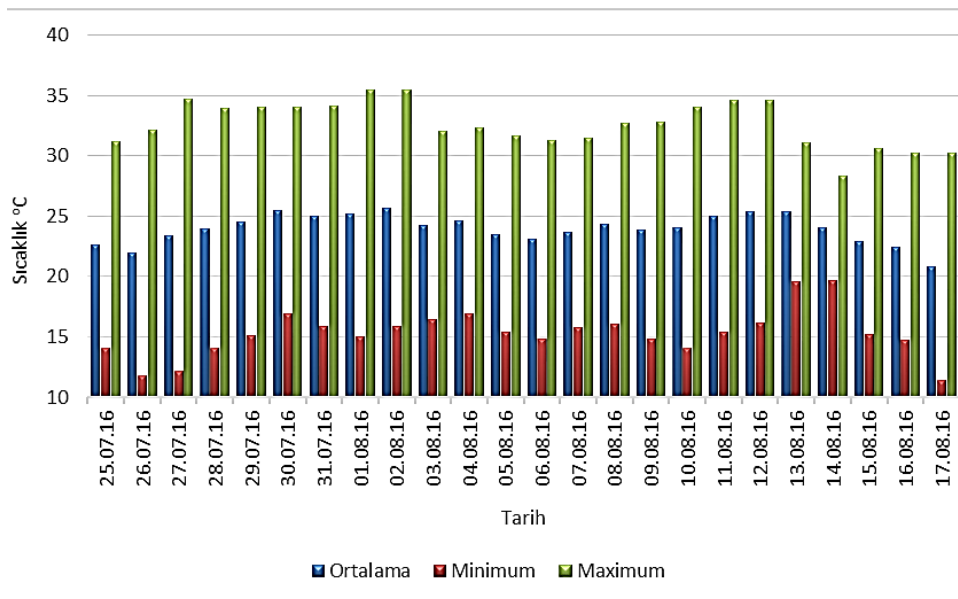


Şekil 3.2. Araştırma alanı

Araştırma alanı, Akdeniz Bölgesi'nde bulunmasına rağmen, Batı Torosların konumu ve deniz seviyesinden yüksekliği nedeniyle İç Anadolu'nun karasal iklimi ile Akdeniz iklimi arasında geçiş iklimine sahiptir. Bölgede yaz ayları sıcak ve az yağışlı, kış ayları soğuk ve yağışlı geçmektedir (Altınkale, 2001). Araştırmanın yapıldığı yerin yıllara ait sıcaklık verileri Şekil 3.3. ve Şekil 3.4 'de verilmiştir. Veriler kurumda bulunan meteoroloji istasyonundan alınmıştır.



Şekil 3.3. 2015 yılı sıcaklık değerleri



Şekil 3.4. 2016 yılı sıcaklık değerleri

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Bitkilerin saksılara aktarılması

Klonal anaçlar doku kültürü ile üretim yapan firmalardan temin edilmiştir. Kullanılmakta olan anaçlar 1 yaşlı olup, hastalık ve zararlılardan etkilenmemiş olup, kendi türleri içerisinde aynı boy ve fiziki özellikleri taşımaktadır. Denemede ağırlıkları bilinen, altlıklı ve altları delik olan 12 litre hacimli saksılara 1 kısım kumlu toprak 2 kısım bahçe toprağı ve 1 kısımda torf karışımından 10'ar kg konulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bitkilerin saksılara dikilmesi

Kullanılan harcin analizi Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır (Şekil 3.6). Deneme alanının zeminine yabancı ot mücadelesi için malç serilmiştir. Değişik nedenlerle gelişmesinde geri kalmış denemenin homojenliğini bozacak bitkiler stres uygulamaları başlamadan önce yedekte bulunan bitkilerle değiştirilmiştir. Yine bu bitkilerde yaprak biti, külleme gibi hastalıklara karşı zirai mücadele işlemleri yapılmıştır.

Analiz Sonuçları			
Analiz Adı	Sonuçlar		Değerlendirme
	0-30		
Saturasyon (%)	:	59	Killi Tınlı
Tuzluluk(Saturasyon Çamuru) (dS/m)	:	0,86	Tuzsuz
pH(Saturasyon Çamuru)	:	7,65	Hafif Alkali
Kireç(Kalsimetrik) (%)	:	8,00	Yüksek
Organik Madde(Smith Weldon) (%)	:	5,66	Yüksek
Azot(Kjeldahl) (ppm)	:	0,08	Düşük
Fosfor(Olsen-ICP) (ppm)	:	49,00	Çok Yüksek
Potasyum(A.Asetat-ICP) (ppm)	:	215,00	Yüksek
Kalsiyum (A.Asetat-ICP) (ppm)	:	3388,00	Orta
Magnezyum(A.Asetat-ICP) (ppm)	:	427,00	Orta
Demir(DTPA-ICP) (ppm)	:	15,20	Çok Yüksek
Bakır(DTPA-ICP) (ppm)	:	2,30	Orta
Mangan(DTPA-ICP) (ppm)	:	5,50	Orta
Çinko(DTPA-ICP) (ppm)	:	2,70	Orta

Şekil 3.6. Kullanılan harcın analizi

Mayıs ayının ilk haftası itibari ile saksılar tarla kapasitesinde sulanmaya başlanmıştır. Saksılar 4 gün arayla tartılarak eksiltmiş oldukları su tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Stres uygulamalarının yapılacağı döneme kadar sulamaya bu şekilde devam edilmiştir.

### 3.2.2. Kuraklık stresinin uygulanması

Kuraklık stresi uygulamaları bitkinin yağmur gibi sebepler nedeniyle su almasını engellemek için yüksek tünelde yapılmıştır. Stres uygulamalarına dış ortamda kurak koşulların hakim olduğu temmuz ayında başlanmış ve bitkilerde stresten kaynaklanan kurumaların görüldüğü dönemde son verilmiştir. Bu dönem 2015 yılında 7-30 Temmuz; 2016 yılında ise 18 Temmuz-15 Ağustos arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu ihtiyacı Ünlükara vd. (2010), tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Saksı içindeki harcın tarla kapasitesi değerini hesaplamak için; deneme başlangıcında içinde bitki olmayan ve ağırlığı bilinen 5 adet saksıdaki harç karışımı su ile doyurulmuş, sızma olunca evaporasyonu önlemek için üstleri alüminyum folyo ile kaplanmıştır. 48 saat sonra saksılar tartılmış ve ortalama değerler tarla kapasitesi ile sulanmış bir saksının toplam ağırlığı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).





Şekil 3.7. Tarla kapasitesinin belirlenmesi

Denemede 3 farklı sulama düzeyi kullanılmıştır.  $S_0$ : Her sulamada eksilen suyun tarla kapasitesine tamamlanması (Kontrol)  $S_1$ : 1. uygulamada saksılara verilen suyun % 50'sinin verilmesi (Stres 1),  $S_2$ : 1. uygulamada saksılara verilen suyun % 25'inin verilmesi şeklinde belirlenmiştir (Stres 2).  $S_1$  ve  $S_2$  konularına verilen su miktarı hesaplanırken 1. uygulamada saksılara uygulanan su miktarlarının ortalaması dikkate alınmıştır. Saksı altındaki tabağa sızan sular tekrar saksıya eklenmiştir. Stres uygulamaları süresince sulama aralığı 3 gün olarak belirlenmiştir.

### 3.2.3. Yaprak örneklerinin alınması

Bitkilerde stresten kaynaklanan zararlanma belirtileri görülmesi ile birlikte stres uygulamalarına son verilmiştir (Şekil 3.8). Bitkilerden analizlerde kullanılmak üzere yıllık sürgünlerin orta kısmından olgun yapraklar alınmıştır. Alınan yapraklar yıkanarak, kaba filtre kâğıdı üzerinde nemi alındıktan sonra analizlerin yapılacağı zamana kadar  $-80$  °C'de saklanmıştır. Ancak bazı analizler (bağıl su, membran geçirgenliği) taze yapraklarda yapılmıştır.



Şekil 3.8. Bitkilerde stresten kaynaklanan zararlanma belirtileri

### 3.2.4. Yapılan ölçüm ve analizler

#### 3.2.4.1. Bitkilerde zararlanma derecelerinin belirlenmesi

Denemede yer alan bitkilerde morfolojik olarak meydana gelen zararlanmanın derecesini belirlemek için aşağıda verilen skala oluşturulmuştur (Şekil 3.9). Zararlanma derecesine göre bitkilere 1 - 4 arasında puan verilmiştir (Sivritepe vd., 2008).

- 1: Stresten zarar görmeyen bitkiler
- 2: Sadece sürgün ucu ve yaprak kenarları zarar gören bitkiler
- 3: Tüm yaprakta ve bitkinin bir kısmı zarar gören bitkiler
- 4: Büyük oranda şiddetli stres belirtileri gösteren ve/ veya ölü bitkiler



Şekil 3.9. Bitkilerde zararlanma derecelerinin belirlenmesinde kullanılan skala

#### 3.2.4.2. Bitki boyu gelişim düzeyinin belirlenmesi

Bitki boyları stres uygulamaları öncesinde ve sonrasında toprak hizasından cm olarak ölçülmüştür.

#### 3.2.4.3. Yaprak alanı ölçümü

Ortalama yaprak alanı ölçümleri her tekerrürden tesadüfen alınan 10 yaprak kullanılarak yapılmıştır. Yaprak örneklerinin bir yüzlerinin alanı dijital planimetre (Koizumi KP-90 N) yardımıyla  $cm^2$  cinsinden ölçülmüştür.

#### 3.2.4.4. Bitki yaş kök ağırlıklarının belirlenmesi

Bitkilerin kökleri kök boğazından kesilerek çıkartılmış ve yaş ağırlıkları tartılarak g olarak kaydedilmiştir.

#### 3.2.4.5. Bağlı su içeriğinin (RCW) belirlenmesi

Yaprakların bağlı su içerikleri Bertamini vd. (2006)' ne göre belirlenmiştir. Bunun için 0,3 g taze yaprak alınıp tartılarak yaş ağırlığı bulunmuş, daha sonra 1 gece karanlıkta içinde su bulunan 25 ml'lik bir beherde bekletilerek, turgorlu taze ağırlığı



belirlenmiştir. 80°C'de 24 saat bir etüvde bekletildikten sonra da kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Son olarak aşağıdaki formül kullanılarak bağıl su içeriği hesaplanmıştır.

$$RWC = [(YA - KA) / (TA - KA)] \times 100 \quad (3.1)$$

YA=Yaş Ağırlık

KA=Kuru Ağırlık

TA=Turgorlu Ağırlık

### 3.2.4.6. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi

Membran geçirgenliği Li vd. (2012)'ne göre belirlenmiştir. 1 cm çapında alınan 20 adet yaprak diski, kahverengi cam şişelere konulup, üzerlerine 10'ar ml saf su ilave edilmiştir. Bu şişeler 25 °C'de 24 saat çalkalayıcıda bekletildikten sonra EC metrede EC1 değerleri belirlenmiştir. Daha sonra su şişelere geri alınıp, 121°C'de 20 dakika otoklavda bekletilerek ve EC2 değeri ölçülmüş ve  $(EC1/EC2) \times 100$  formülünden % EC değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi aşamaları



### **3.2.4.7. Klorofil yoğunluğunun belirlenmesi**

Yaprakların klorofil yoğunluğunu ölçmek için Minolta SPAD 502 Plus klorofil ölçer kullanılmıştır. Klorofil yoğunluğu stres uygulamaları öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Ölçümler 12:00 ve 14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4.8. Lipid peroksidasyonunun belirlenmesi**

Lipid peroksidasyonu, malondialdehit (MDA) konsantrasyonu ölçülerek belirlenmiştir. 0.5 g yaprak örneği % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edilerek 10000 devirde santrifüjlenmiştir. Daha sonra supernatant kısmı % 0.5 tiobarbitürik asit (TBA) içeren % 20'lik TCA çözeltisi ile karıştırılıp, elde edilen karışım 95 °C'lik su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra reaksiyon buz banyosunda sonlandırılmıştır. Tekrar santrifüjlenen örneklerin spektrofotometrede 532 ve 600 nm de absorbans değerleri okunmuştur. Hesaplama aşağıdaki formül kullanılmıştır (Madhava Rao ve Sresty, 2000).

$$\text{MDA} = (532 - 600) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / (155 \text{ mM/cm} \times \text{örnek miktarı (mg)}) \quad (3.2)$$

### **3.2.4.9. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi**

Toplam fenolik bileşik miktarları Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak Coseteng ve Lee (1987)'ye göre yapılmıştır. 1 g yaprak örneği alınarak 4 ml % 95 lik etanol ile homojenize edildikten sonra 10 dakika su banyosunda 100 °C de bekletilmiştir. 8000 rpm de 15 dakika santrifüjlenen örnekler filtre edildikten sonra üzerine 4 ml % 80'lik etanol eklenerek tekrar 10 dakika su banyosunda 100 °C de bekletilmiştir. Su banyosundan alınan ekstrakt % 80'lik etanolle 20 ml'ye tamamlanmıştır. Bir deney tüpüne 0.5 ml hazırlanan ekstrakt, 2.5 ml 0.2 N folin ciocalteu çözeltisi ve 1 ml saf su eklenerek karıştırılmış ve üzerine 10 dakika sonra 1 gün önceden hazırlanan 0.7 ml sodyum karbonat eklenmiştir. 2 saat karanlıkta bekletilen örneklerin spektrofotometrede 760 nm'de okumaları yapılmıştır. Standart gallik asit çözeltisi ile hazırlanan kurveden yararlanılarak, toplam fenolik madde miktarları gallik asit cinsinden mg g<sup>-1</sup> yaş ağırlık seklinde belirlenmiştir.

#### **3.2.4.10. Çözünebilir şeker miktarının belirlenmesi**

Alınan 0.15 g taze yaprak örneği % 80'lik etanol ile homojenize edilip santrifüjlenerek, 70°C'lik su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Sonra hemen buzda soğutulan karışım 9000 devirde 2.5 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrata fenol ve sülfürik asit ilave edilerek spektrofotometrede 490 nm'de okumaları yapılmıştır. Glikoz kullanılarak hazırlanan standart körveye göre  $\mu\text{mol mg}^{-1}$  taze yaprak olarak hesaplanmıştır (DuBois vd., 1956).

#### **3.2.4.11. Prolin miktarının belirlenmesi**

Li vd. (2012)'ne göre yapılmıştır. 0.2 g yaprak örneği alınarak % 3'lük sülfosalisilik asit ile homojenize edildikten sonra 4000 rpm devirde 5 dakika santrifüj edilmiştir. Filtre edilen homojenatın 0.2 ml'si 0.2 ml ninhidrin ve 0.2 ml glacial asit ile kapaklı test tüpü içinde, 100 °C'ye ayarlı su banyosunda 1 saat reaksiyona sokulmuş ve sonra buz üzerinde soğutulmuştur. Bu karışıma 1 ml toluen ilave edilerek vortex yardımı ile 15–20 saniye karıştırılmıştır. Sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonu ince uçlu bir pipetle spektrofotometre tüplerine alınmıştır. 520 nm'deki absorbansı spektrofotometreden okunmuştur. Prolin konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi yardımıyla hesaplanarak,  $\mu\text{mol prolin g}^{-1}$  taze ağırlık olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.12. Superoksit dismutaz enzim aktivitesinin belirlenmesi**

Yapraklardaki SOD enzim aktivitesi Wang vd. (2005)'ne göre yapılmıştır. 50 mM sodyum fosfat tamponu (pH 7.8), 13 mM L- Methionin, 75 $\mu\text{M}$  Nitroblue tetrazolium (NBT), 10  $\mu\text{M}$  EDTA, 2  $\mu\text{M}$  riboflavin ve 01 ml enzim ekstraktı içeren 3 ml reaksiyon karışımı 60  $\mu\text{mol /m}^2/\text{s}$  ışık şiddeti altında 10 dakika bekletilmiş ve spektrometrede 560 nm' de absorbans değerleri ölçülmüştür. 1 ünite SOD aktivitesi, SOD ile inhibe edilebilir NBT redüksiyonununun % 50 azalmasına neden olan enzim miktarı olarak belirlenmiş ve U/mg olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.4.13. Katalaz enzim aktivitesinin belirlenmesi**

CAT enzimi aktivitesi Wang vd.(2005)'ne göre belirlenmiştir. 2 ml reaksiyon karışımı 50 mM sodyum fosfat tamponu (pH 7.0), 0.5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (40 mM) ve 0.5 ml enzim ekstraktı içermektedir. CAT aktivitesi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin 240 nm absorbansında meydana gelen azalma oranı esasına göre ölçülmüştür. Spesifik aktivite, bir birim CAT'in dakikada bir µmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye dönüştüğü U/mg protein olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.4.14 Askorbat peroksidaz enzim aktivitesinin belirlenmesi**

APX enzimi aktivitesi Jiang vd. (2010)'ne göre yapılmıştır. Yöntemin temeli 290 nm'de askorbik asitten monodehidroaskorbik asit ve dehidroaskorbik asidin oksidasyonuna bağlı olarak 290 nm'de askorbik asidin emilimindeki azalmaya bağlıdır. Son hacmi 1 mL olacak şekilde ayarlanan reaksiyon karışımına 0.05 M Sodyum fosfat tamponu (pH 7.0), 0.5 mM askorbat, 0.1 mM Na<sub>2</sub> EDTA, 1.2 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 0.1 ml enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Reaksiyon, hidrojen peroksit ilave edilerek başlatılmıştır. 290 nm'de absorbans azalışı 3 dakika süreyle kaydedildi. Spesifik APX aktivitesi protein bazında mol/dak /g olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.4.15. Mineral madde miktarlarının belirlenmesi**

Alınan yaprak örneklerinde N (Azot), Cu (Bakır), B (Bor), P (Fosfor), K (Potasyum), Fe (Demir), Ca (Kalsiyum), Zn (Çinko), Mn (Mangan) ve Mg (Magnezyum) analizleri Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü bitki besleme laboratuvarında yapılmıştır. Yaprak örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl'de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Azot analizi için kjeldahl yaş yakma metodu, diğer besin elementlerinin analizi için kuru yakma uygulanmış ve okuma ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophometer) cihazı ile yapılmıştır (Ryan ve ark., 2001). Yaprak analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) kullanılmıştır.

### **3.2.4.16. İstatistik değerlendirme**

Sonuçlar tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende varyans analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Denemede çeşit faktörünün 5 seviyesi, su uygulama faktörünün % 25, % 50 ve % 100 olmak üzere 3 seviyesi yer almıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde yapılmıştır. Tekerrürdeki bitkilere ait sonuçların ortalaması alınarak faktörlerin seviye ortalamaları elde edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Farklı su stresi uygulamalarının, armut yetiştiriciliğinde kullanılan bazı anaçlarda morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlere etkilerinin belirlendiği bu çalışmada elde edilen bulgular, aşağıda başlıklar halinde verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarına ait veriler ayrı olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar verilirken S<sub>0</sub> (kontrol) uygulamasına göre S<sub>1</sub> (kontrole verilen suyun % 50'si) ve S<sub>2</sub> (kontrole verilen suyun % 25'i) uygulamalarındaki değişim % olarak hesaplanarak grafik halinde verilmiştir.

##### 4.1. Su Stresinin Zararlanma Derecesi Üzerine Etkileri

Bitkilerde su stresi sonucu ortaya çıkan zararlanma derecelerini ortaya koymak amacıyla 1-4 skalası oluşturulmuştur. S<sub>0</sub> uygulamasında yer alan bitkilerinin skala değeri 1 olarak kabul edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarına ait zararlanma derecesi değerlerinin varyans analizleri sonucunda, anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 4.1. ve 4.2'de verilen su miktarının azalması ile birlikte zararlanma derecesinin arttığı görülmektedir.

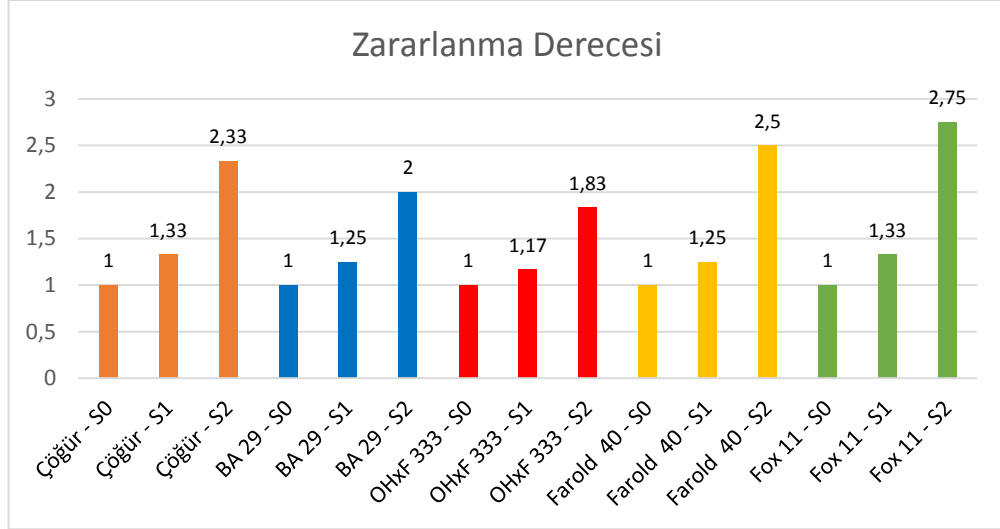
Çizelge 4.1. 2015 yılı su stresi uygulamalarının zararlanma derecesi üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	1.00 Ab	1.00 Ac	1.00 Ab	1.00 Ac	1.00 Ab	1.00
S <sub>1</sub>	1.33 Ab	1.25 Ab	1.17 Ab	1.25 Ab	1.33 Ab	1.26
S <sub>2</sub>	2.33 BCa	2.00 CDa	1.83 Da	2.50 ABa	2.75 Aa	2.75
Ortalama	1.56	1.41	1.33	1.58	1.69	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

2015 yılında değerler incelendiğinde tüm anaçlarda uygulamalar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir (p<0.05). S<sub>1</sub> uygulamasında anaçlar arasında zararlanma derecesi bakımından fark bulunamazken S<sub>2</sub> uygulamasında en

yüksek zararlanma derecesi 2.75 ile Fox 11 anacında belirlenmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında zararlanma derecesi en düşük olan anaç 1.83 ile OHxF 333'tür.



Şekil 4.1. 2015 yılı zararlanma dereceleri



Şekil 4.2. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda BA 29 ve OHxF 333 anaçlarının görünümü





Şekil 4.3. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda Farold 40 ve OHxF 333 anaçlarının görünümü





Şekil 4.4. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda bitkilerin görünümü





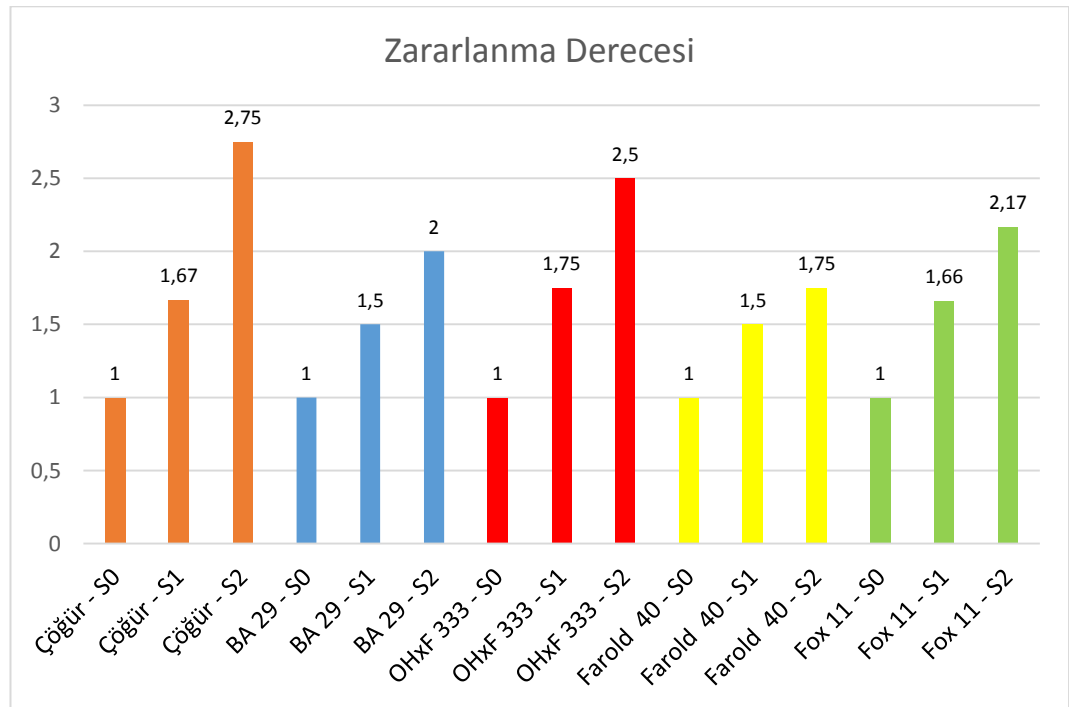
Şekil 4.5. 2015 yılı stres uygulamaları sonucunda % 25 su uygulanan bitkilerin görünümü

2016 yılı değerleri incelendiğinde yine uygulamalar arasındaki farkın tüm anaçlarda; anaçlar arasındaki farkın ise sadece S<sub>2</sub> uygulamasında önemli olduğu görölmektedir (p<0.05). S<sub>2</sub> uygulamasında en fazla zararlanma çöğür anacında (2.75) elde edilirken, OHxF 333 anacı 2.50 ile 2. sırada yer almıştır. 2016 yılında en az zararlanma derecesi sahip anacın 2.00 ile Farold 40 ve BA 29 olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2. 2016 yılı su stresi uygulamalarının zararlanma derecesi üzerine etkileri

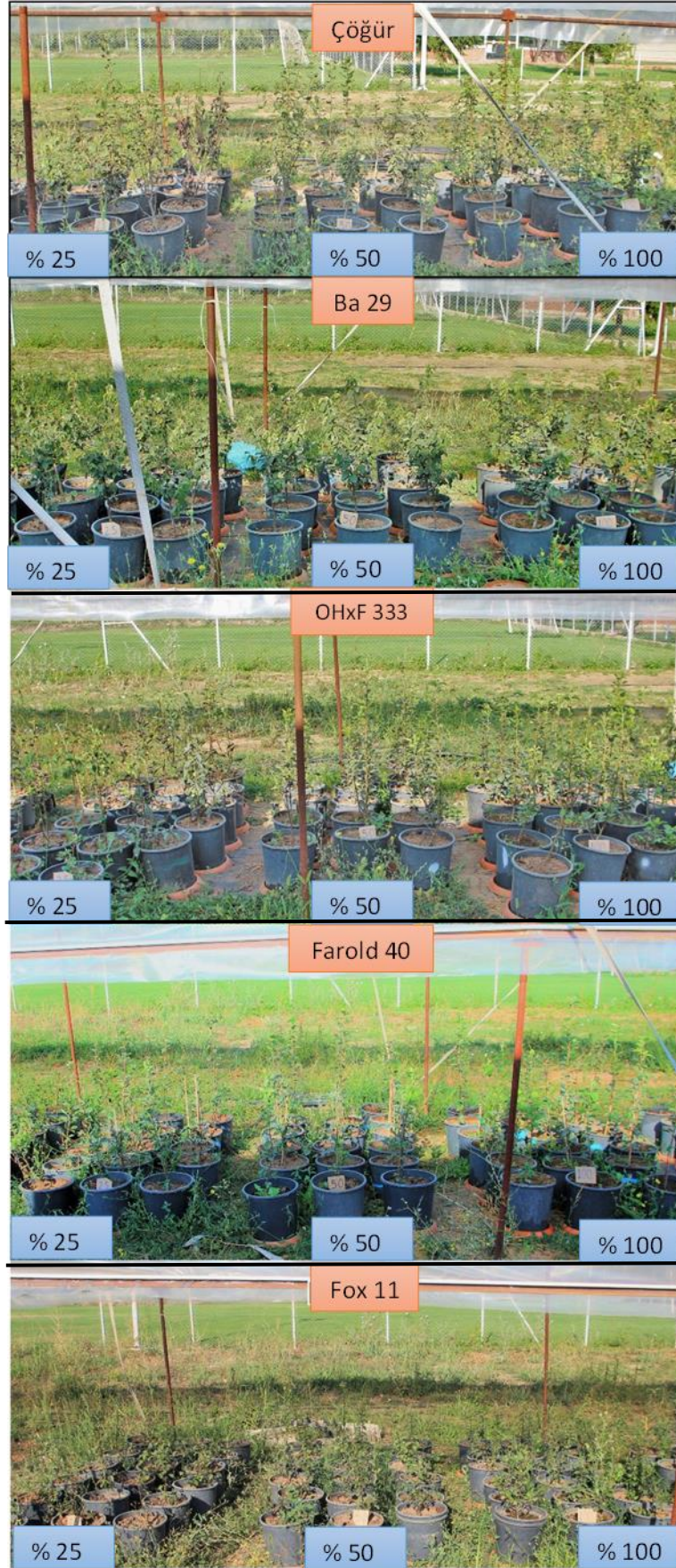
Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	1.00 Ac	1.00 Ac	1.00 Ac	1.00 Ac	1.00 Ac	1
S <sub>1</sub>	1.67 Ab	1.50 Ab	1.75 Ab	1.50 Aab	1.66 Ab	1.62
S <sub>2</sub>	2.75 Aa	2.00 Ca	2.50 ABa	2.00 Ca	2.17 BCa	2.23
Ortalama	1.80	1.50	1.75	1.41	1.61	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.6. 2016 yılı zararlanma dereceleri





Şekil 4.7. 2016 yılı stres uygulamaları sonucunda bitkilerin görünümü





Şekil 4.8. 2016 yılı stres uygulamaları sonucunda % 25 su uygulanan bitkilerin görünümü

Kuraklık stresine tolerans hemen hemen tüm bitkilerde görülebilir. Fakat türden türe hatta türler içerisinde bile bunun tolerans düzeyleri farklılık gösterir (Özer vd., 1997; Jaleel vd, 2009; Lisar vd., 2012; Örs ve Ekinci, 2015).

Kuraklık stresi çalışmalarında zararlanma derecesini belirlemek için skalaların kullanıldığı ve stresle birlikte skala değerlerinin de arttığı ve bitkilerin farklı skala değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Kuşvuran vd., 2011; Kıran vd., 2015; Kıran vd., 2016). Kuşvuran vd. (2008), bamya genotiplerinde yaptıkları kuraklık stresi çalışmasında, skala değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlar aldığını ve farklı tepkiler verdiğini ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada sonuçlar incelendiğinde yukarıda bildirilen çalışmalarda olduğu gibi anaçların farklı skala değerleri aldığı ve su stresinin artması ile birlikte bu değerlerin arttığı görülmektedir. İlk zararlanma belirtileri ilk olarak yaşlı yapraklarda görülmüş olup, zararlanmanın en yoğun görüldüğü S<sub>2</sub> uygulamasında zararlanma derecesi değerleri 1.83 – 2.75 arasında değişmiştir. İki yıla ait değerler dikkate alındığında zararlanma derecesinin en yüksek olduğu bitkiler Fox 11 ve çöğür anaçlarında belirlenmiştir. Denemede yer alan diğer anaçlara göre daha kalın ve tüylü yapraklara sahip olan BA 29 anacı ise en az zararlanma derecesine sahip anaç olarak bulunmuştur. Kuraklık stresi görülen bitkilerde yaprakların üzerleri sık tüylerle kaplanır. Bu tüyler, altta bulunan hücrelerin sıcaklığını 1-2 °C düşürerek, transpirasyon hızının azaltılmasını sağlar (Göksoy ve Turan, 1991; Kutlu, 2010). BA 29 anacının bu özelliğinden dolayı kuraklık stresinden daha az etkilendiği düşünülmektedir. Bununla birlikte armut yetiştiriciliğinde anacın üzerine aşılana armut çeşidinin yaprak yapısı dikkate alındığında, BA 29 anacının su stresine toleranslı olma durumu tartışmalı olabilir.

#### **4.2. Su Stresinin Bitki Boyu Gelişim Düzeyi Üzerine Etkileri**

Bitki boyları, stres uygulamaları başlangıcında ve sonunda toprak hizasından ölçülmüştür. İki değer arasındaki fark bitki boyundaki artış olarak kaydedilmiştir.

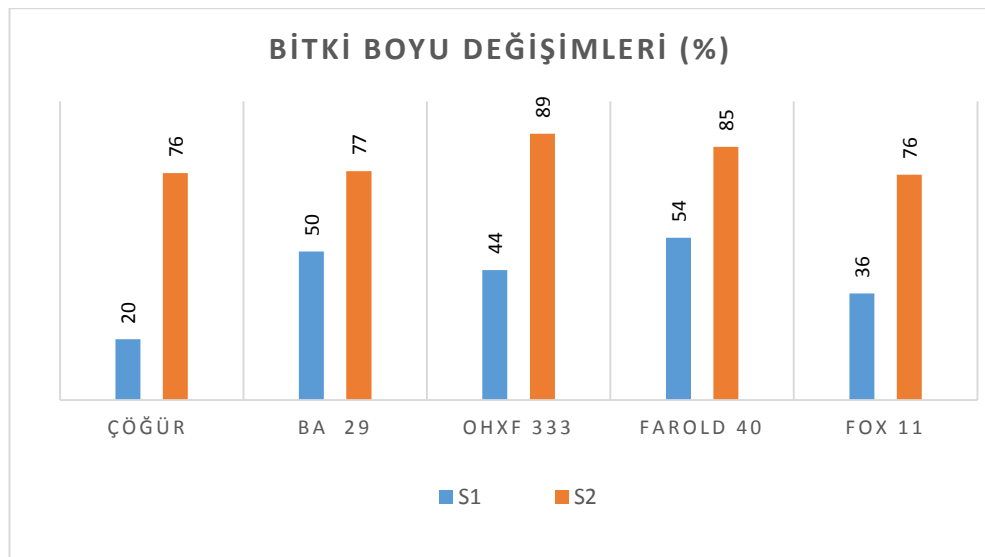
2015 yılında uygulamalara göre bitki boyu artış değerleri için anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 4.3. incelendiğinde uygulamalar arasında elde edilen farkın tüm anaçlarda; anaçlar arasındaki farkın ise S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamasında istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir. Buna göre S<sub>0</sub> ve

S<sub>1</sub> uygulamasında en fazla bitki boyu gelişimi sırasıyla 27.75 cm ve 15.66 cm ile OHxF 333 anacında saptanmıştır. Yine bu iki uygulamada en az boyu gelişimi Fox 11 anacında tespit edilmiştir. Bitki boyu artışlarının kontrole göre değişim yüzdeleri Şekil 4.9'da verilmiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında kontrole göre bitki boyu gelişim düzeyinin en az tespit edildiği anaç % 54 ile Farold 40 olmuştur. BA 29 ve OHxF 333 anaçları sırasıyla % 50 ve % 44 ile Farold 40 anacını takip etmişlerdir. Bu uygulamada çöğür anacı % 20 oranla en az azalma gösteren anaç olmuştur. S<sub>2</sub> uygulamasında kontrole göre bitki boyu gelişim düzeyi azalma yüzdeleri % 76 ile % 89 arasında değişmiştir. En fazla azalma ile OHxF 333 (% 89) ve Farold 40 anacında (% 85) bulunmuştur. Bu uygulamada Çöğür, Fox 11 ve BA 29 anacı sırasıyla, % 76 ve % 77 ile kontrole göre en az kayıp gösteren anaçlar olmuşlardır.

Çizelge 4.3. 2015 yılı su stresi uygulamalarının bitki boyu gelişim düzeyi (cm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	16.75 Ba	16.08 BCa	27.75 Aa	19.16 Ba	12.58 Ca	18,46
S <sub>1</sub>	13.33 ABa	8.08 Cb	15.66 Ab	8.75 BCb	8.08 Cb	10,78
S <sub>2</sub>	4.00 Ab	3.75 Ac	3.00 Ac	2.91 Ab	3.08 Ac	3,35
Ortalama	11,36	9,30	15,47	10,27	7,91	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).





Şekil 4.9. 2015 yılında stres uygulaması başlangıcı ve sonundaki bitki boyu değişiminin kontrol uygulamasına göre azalış yüzdeleri

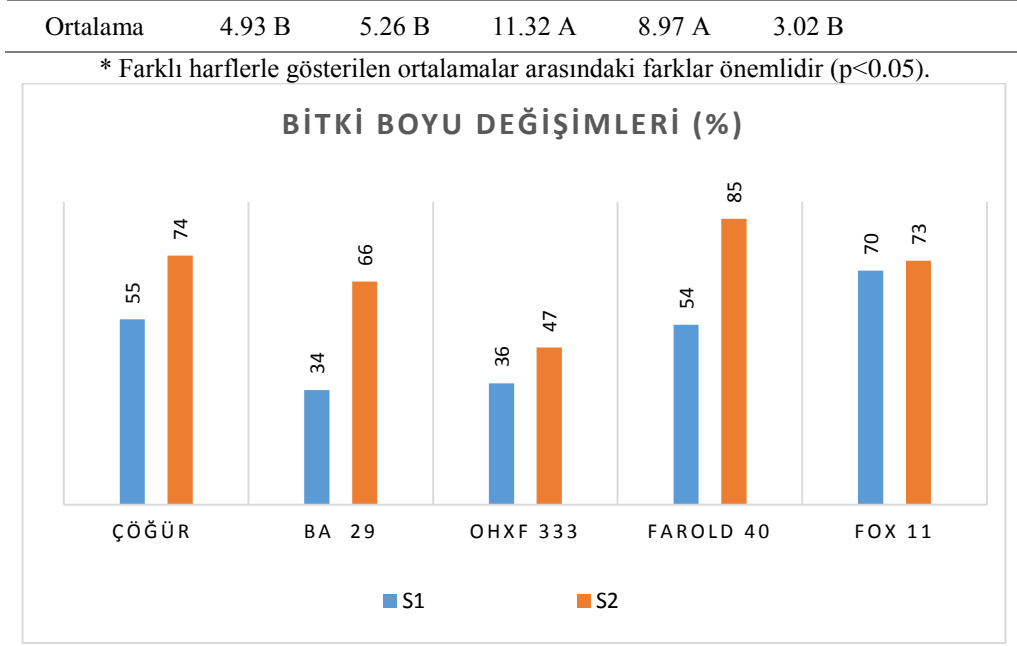


Şekil 4.10. 2015 yılı Fox 11 anacı uygulamalar arasındaki bitki boyu farkları

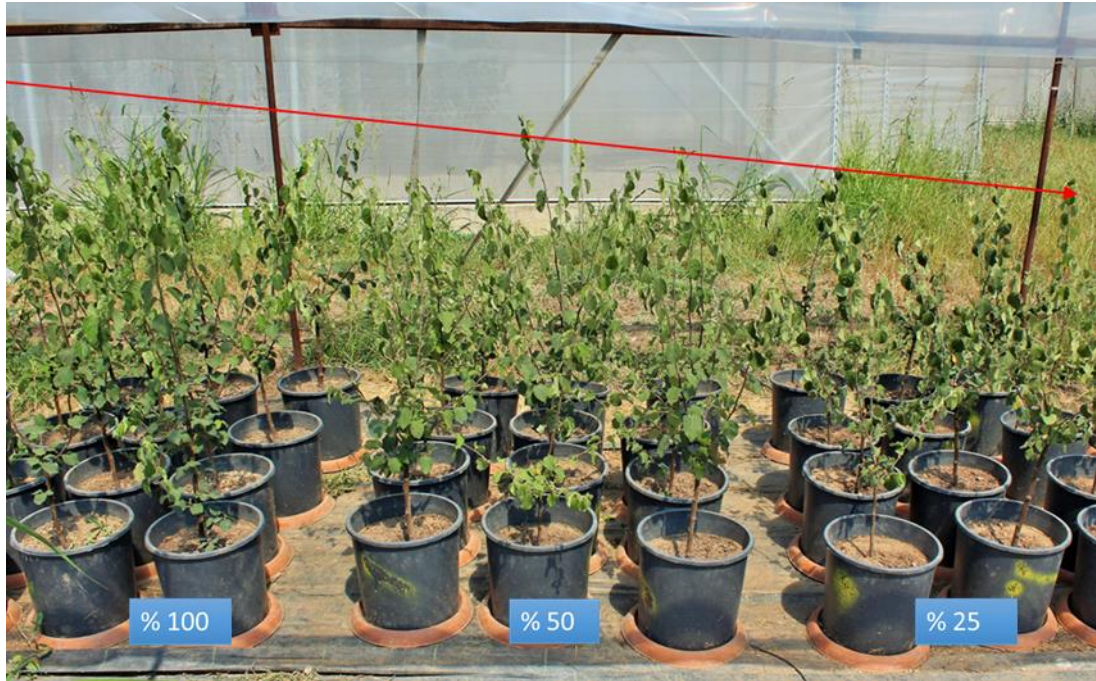
2016 yılına ait bitki boyunda meydana gelen artış değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda anaç\*çeşit etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Su stresi arttıkça bitki boyunda belirgin bir şekilde azalmanın ortaya çıktığı görülmektedir. Her 3 uygulamada da bir önceki çalışma yılında olduğu gibi en yüksek değerler OHxF 333 anacında ortaya çıkmıştır. En az bitki boyu artış değerleri ise Fox 11 anacında elde edilmiştir. Bitki boyu artışlarının kontrole göre değişim yüzdeleri ise, Şekil 4.11'de verilmiştir.  $S_1$  uygulamasında kontrole göre en fazla bitki boyu kaybı % 70 ile Fox 11 anacında tespit edilirken, en az kayıp ise BA 29 ( % 34) ve OHxF 333 ( % 36) anaçlarında ortaya çıkmıştır.  $S_2$  uygulamasında Farold 40 anacı % 85 değerle en fazla azalma gösteren anaç olmuştur. Fox 11 ( % 73), çöğür ( % 74) ve BA 29 ( % 66) anaçlarında birbirlerine yakın değerler ölçülmüştür. Bu uygulamada OHxF 333, kontrolün % 34'ü oranında azalma ile en az kaybın tespit edildiği anaç olmuştur.

Çizelge 4.4. 2016 yılı su stresi uygulamalarının bitki boyu gelişim düzeyi (cm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
$S_0$	8.66	7.92	15.64	16.67	5.75	10,92 A
$S_1$	3.89	5.22	10.00	7.75	1.75	5,72 B
$S_2$	2.25	2.67	8.33	2.50	1.58	3,47 C



Şekil 4.11. 2016 yılında stres uygulaması başlangıcı ve sonundaki bitki boyu değişiminin kontrol uygulamasına göre azalış yüzdeleri



Şekil 4.12. 2016 yılı BA 29 anacı bitki boyu farkları

Yapılan çalışmalar bitki boyunun kuraklık stresi ile birlikte belirgin bir şekilde azaldığını ortaya koymuştur. Yin vd. (2005), su stresi ile birlikte bitki gelişiminin önemli derecede sınırlandığını bildirmişlerdir. Elma ve zeytinde yapılan çalışmalarda farklı düzeylerde su stresinin vejetatif gelişimin geri kalmasına neden olduğu



bildirilmektedir (Kaynaş vd., 1995; Arzani ve Arji 2002). Elmada (Fernandez vd., 1997; Alizadeh vd., 2011), kirazda (Kırnak vd., 2002; Küçükyumuk vd., 2015), zeytinde (Arzani ve Arji 2002; Kaya, 2012), domateste (Sibomana vd., 2013) ve mısırdaki (Khan vd., 2001) yapılan çalışmalarda da su stresi ile birlikte bitki boyunda azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmamızda uygulamanın yapıldığı her iki yılda da uygulanan su miktarının azalması ile birlikte bitki boyundaki artışın tüm anaçlarda azaldığı görülmektedir. Özellikle konrole verilen suyun % 25' nin uygulandığı S<sub>2</sub> uygulamasında % 66 - % 85 arasında değişen önemli derecede azalmalar tespit edilmiştir. İki yıla ait sonuçlar dikkate alındığında bitki boyundaki en düşük azalma BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında olduğu görülmektedir. Bu anaçlarda hücrelerin diğer anaçlara göre daha az zarar gördüğü, membran geçirgenliği ve lipid peroksidasyonunun diğer anaçlara göre daha düşük değerlerde olduğu çalışmamızda ortaya konmuştur. Bu nedenlerden dolayı bitki boyundaki gelişim düzeyinin diğer anaçlara nazaran daha az olduğu kanaatine varılmıştır.

#### 4.3. Su Stresinin Yaprak Alanı Üzerine Etkileri

Çalışmanın gerçekleştirildiği her iki yılda da verilen su miktarının düşmesi ile birlikte yaprak alanının azaldığı görülmektedir. 2015 yılı yaprak alanı değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgede verilen değerler için yapılan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (p<0.05). Tüm uygulamalarda en yüksek yaprak alanı değeri de OHxF 333 anacında elde edilmiştir. Bu anaçta S<sub>0</sub> uygulamasında 18.33 olan yaprak alanı değeri S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamasında sırasıyla 14.81 cm<sup>2</sup> ve 14.06 cm<sup>2</sup>'ye düşmüştür.

Çizelge 4.5. 2015 yılı su stresi uygulamalarının yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) üzerine etkileri

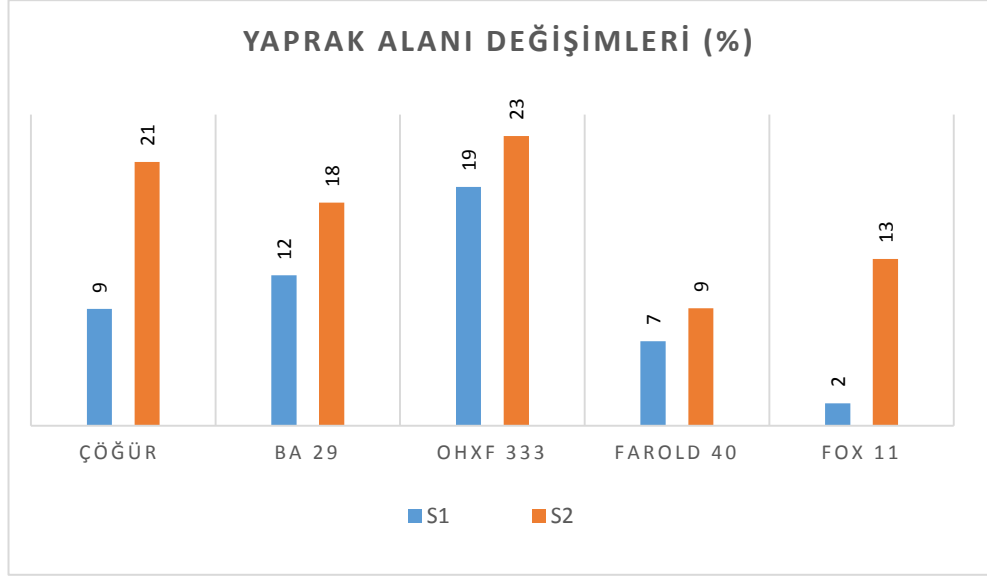
Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	12.26	15.40	18.33	14.61	6.71	13,46 A
S <sub>1</sub>	11.11	13.54	14.81	13.62	6.59	11,93 B
S <sub>2</sub>	9.66	12.64	14.06	13.23	5.81	11,08 B
Ortalama	11.01 C	13.6 B	15.73 A	13.82 B	6.37 D	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.13. 2015 yılında stres uygulamaları sonucunda yaprakların görünümü

2015 yılına ait  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamasındaki yaprak alanı değerlerinin, kontrol uygulamasına göre değişim yüzdeleri Şekil 4.14'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi  $S_1$  ve  $S_2$  sulama uygulamalarında kontrole göre en fazla azalma % 19 ve % 24 ile OHxF 333 anacında görülmüştür.  $S_1$  uygulamasında kontrole göre en az yaprak alanı kaybı Fox 11 anacında (% 2) meydana gelirken,  $S_2$  uygulamasında ise % 9 ile Farold 40 anacında meydana gelmiştir.



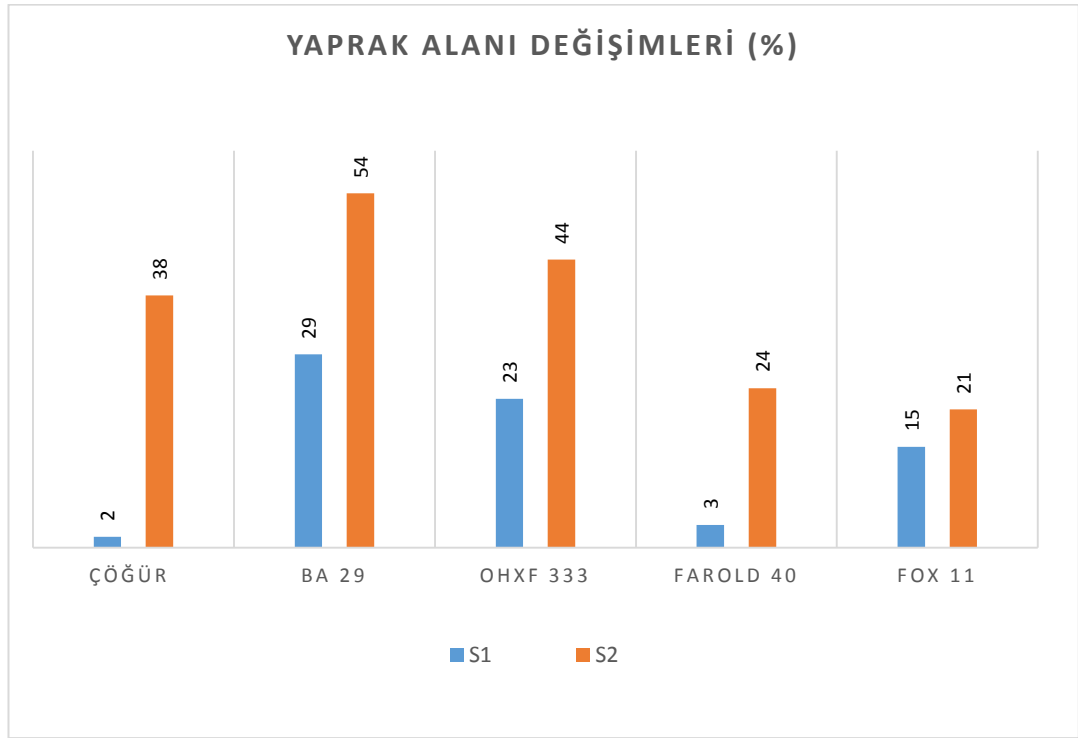
Şekil 4.14. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre yaprak alanındaki azalış yüzdeleri

Çizelge 4.6'te verilen 2016 yılı yaprak alanı değerleri için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çizelge incelendiğinde uygulamalar arasındaki farkın Fox 11 haricindeki anaçlarda; anaçlar arasındaki farkın ise  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamasında istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). En büyük yaprak alanı  $S_0$  uygulaması için  $14.39 \text{ cm}^2$  ile OHxF 333 anacında,  $S_1$  uygulaması için ise  $13.13 \text{ cm}^2$  ile çöğür anacında elde edilmiştir. Bu uygulamalardaki en düşük yaprak alanı değeri ise Fox 11 anacında elde edilmiştir.  $S_2$  uygulamasında ise herhangi bir fark bulunamamıştır.  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamalarında ölçülen yaprak alanı değerlerinin kontrole göre değişim yüzdeleri Şekil 4.15'te verilmiştir. Gerek  $S_1$  gerekse  $S_2$  uygulamasında yaprak alanındaki en fazla azalma BA 29 anacında görülmektedir. Bu anaçta  $S_1$  uygulamasında kontrolden % 29;  $S_2$  uygulamasında ise % 54 daha az yaprak alanı büyüklüğü elde edilmiştir. Kontrole göre en az yaprak alanı kaybı,  $S_1$  uygulamasında Çöğür (% 2) ve Farold 40 (% 3) anacında;  $S_2$  uygulamasında ise Fox 11 (% 21) anacında belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. 2016 yılı su stresi uygulamalarının yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	13.35 Aa	13.65 Aa	14.39 Aa	10.49 Ba	8.27 Ba	12.03
S <sub>1</sub>	13.13 Aa	9.66 Bb	11.15 Bb	10.13 Ba	7.01 Ca	10.29
S <sub>2</sub>	8.26 Ab	6.34 Ac	8.12 Ac	7.96 Ab	6.54 Aa	7.44
Ortalama	11.71	9.88	11.21	9.53	7.27	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.15. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre yaprak alanındaki azalış yüzdeleri

Su stresi bitkilerde hücre büyümesi ve bölünmesini ciddi bir şekilde azalttığı için bitkinin özellikle toprak üstü organlarında oransal olarak küçülmeler meydana gelir. Turner (1985), su kaybının azaltılmasında ki mekanizmalardan birisinin yaprak alanının küçülmesi olduğunu bildirmiştir (Özer vd., 1997). Su eksikliğinde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmak için yapraklarda bazı morfolojik değişimler oluşur (Mahajan ve Tuteja 2005). Su stresi bitki hücrelerinin turgorunu

kaybetmesi nedeniyle hücre bölünmesi ve genişlemesi azalır, bunun sonucunda da yaprak kalınlığında ve alanında azalma meydana gelir. Nitekim Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz çeşidinde su stresinin en fazla engelleyici etkisi yaprak alanında ortaya çıkmıştır (Kırnak vd., 2002). Yine su stresinde *opulus*, *ziziphus* gibi, birçok bitki türünde yapılan çalışmada, çoğunlukla yaprak büyümesi ve bunun sonucunda da yaprak alanının azalttığı tespit edilmiştir (Suther ve Pattel 1992; Thakr ve Sood, 2005). Elmada ( Fernandez vd., 1997; Sakalauskaite vd., 2006; Alizadeh vd 2011), zeytinde (Arzani ve Arji, 2002) ve kirazda (Küçükyumuk vd., 2015) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer şekilde kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Yaprak büyümesinin azalması su stresi esnasında faydalı bir özelliktir. Çünkü bu azalış büyüme için gerekli enerji ve karbonhidrat fazlalığının köklere taşınmasını ve kök gelişiminin artmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda terleme ile su kaybını da azaltmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2006). Çalışmamızda yaprak alanındaki en büyük azalma çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz veriler ışığında kuraklığa toleranslı olarak gösterebileceğimiz BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında tespit edilmiştir. Bu anaçlardaki kuraklık tolerans, yaprak alanlarını azaltarak su kaybını minimum düzeye indirmesi ile açıklanabilir.

#### **4.4. Su Stresinin Yaş Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri**

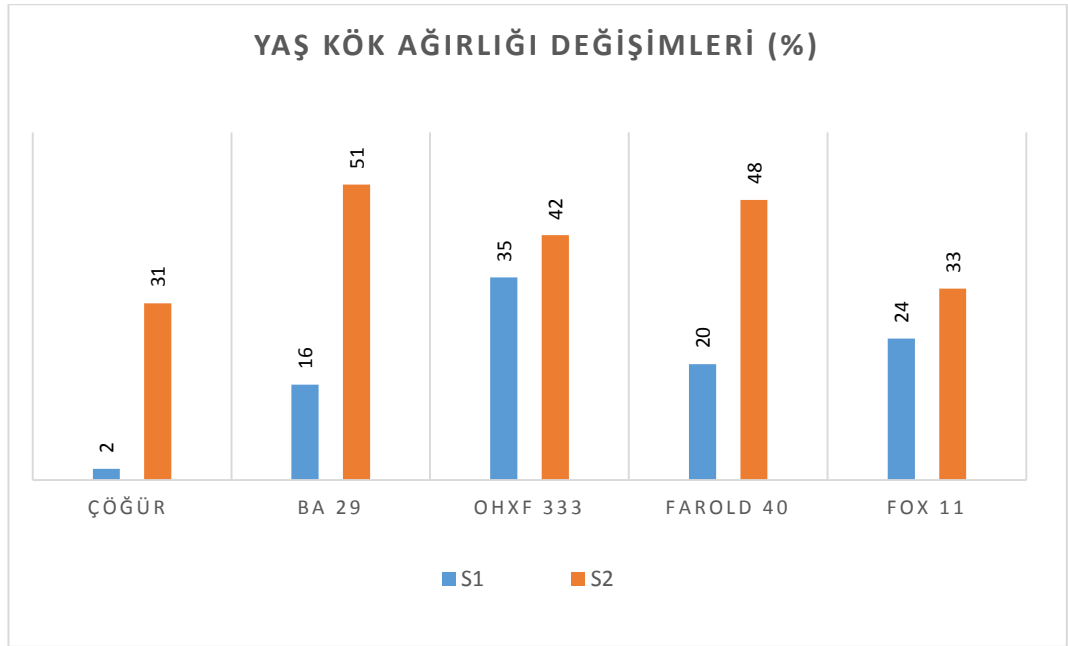
Stres uygulamalarının yapıldığı her iki yılda da, uygulanan su miktarının azalması ile birlikte kök ağırlıklarında da azalma meydana gelmiştir. Çizelge 4.7'de yer alan 2015 yılına ait değerlerin varyans analizleri sonucunda anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yine tüm uygulamalarda anaçlar arasındaki ve tüm anaçlarda uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). BA 29 anacı S<sub>0</sub> (131.67 g) S<sub>1</sub> (110.00g) ve S<sub>2</sub> (64.58g) uygulamasında en fazla kök ağırlığına sahip anaç olarak belirlenmiştir. En düşük kök ağırlığı değerleri ise sırasıyla 42.25 g, 27.48 g ve 24.41g ile OHxF 333 anacında elde edilmiştir. Kök ağırlıklarının kontrol uygulamasına göre değişim yüzdelerini gösteren Şekil 4.16. incelendiğinde, S<sub>1</sub> uygulamasında kontrole göre kök ağırlığında en fazla azalma, % 35 ile OHxF 333 anacında meydana gelmiştir. Aynı uygulamada en az kök ağırlığı kaybı çöğür anacında (% 2) ortaya çıkmıştır. S<sub>2</sub> uygulamasında elde edilen değerler

incelendiğinde ise, BA 29 anacının en fazla kök ağırlığı kaybına sahip olduğu görülmektedir. Bu anaç kontrole oranla % 51'lik bir kök gelişmesi göstermiştir. Yine bu uygulamada en az kök kaybının % 31 ile çöğür anacında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. 2015 yılı su stresi uygulamalarının yaş kök ağırlığı (g) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	73.75 Ba	131.67 Aa	42.25 Ca	65.50 Ba	64.83 Ba	75.64
S <sub>1</sub>	72.33 Bab	110.00 Aa	27.48 Cb	52.41 BCa	49.00 BCab	62.25
S <sub>2</sub>	51.25 Bb	64.58 Ab	24.41 Db	33.83 CDb	43.41 BCb	43.50
Ortalama	65.83	102.08	31.38	50.58	52.41	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.16. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre yaş kök ağırlığındaki azalış yüzdeleri

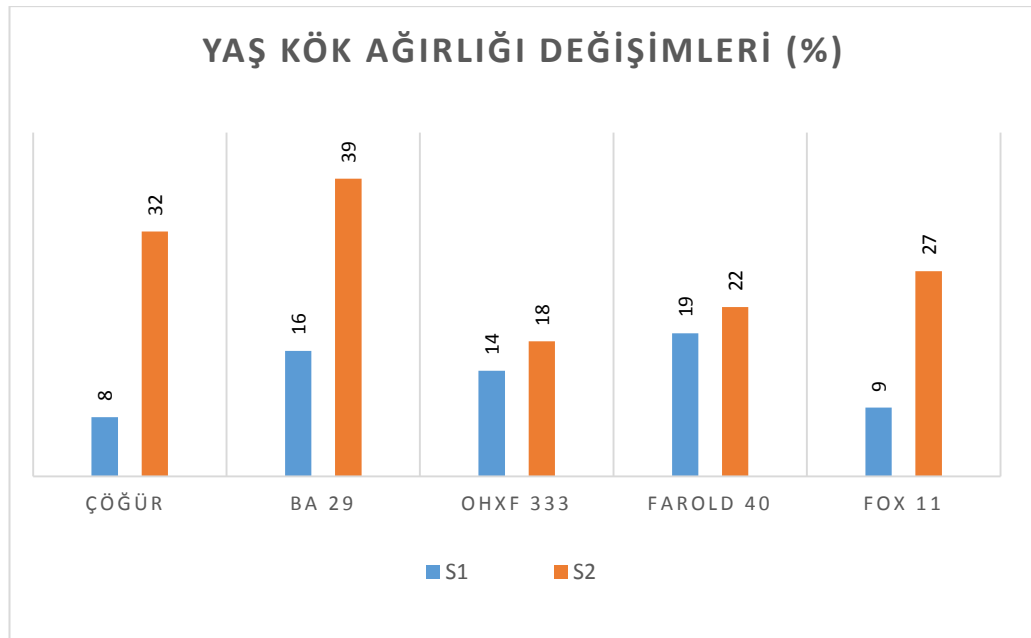
2016 yılı kök ağırlığı değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgede yer alan kök ağırlığı değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda, anaç\*su interaksyonu ile anaç ve uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Tüm uygulamalarda en fazla kök ağırlığı önceki çalışma yılında olduğu gibi BA 29

ve çöğür anacında, en az kök ağırlığı ise Farold 40 anacında saptanmıştır. Şekil 4.17 'de kök ağırlıklarının kontrol uygulamasına göre değişim yüzdeleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde S<sub>1</sub> uygulamasında en az kök ağırlığı kaybı Çöğür (% 8) anacında yer alırken, en fazla kök ağırlığı kaybı ise Farold 40 (% 19) anacında yer almıştır. S<sub>2</sub> uygulamasında ise en az kök kaybı OHxF 333 anacında bulunmuştur. Bu uygulamadaki en fazla kök kaybı ise BA 29 anacında ortaya çıkmıştır. OHxF 333 kontrole göre % 18; BA 29 anacı ise % 39 daha az kök ağırlığı oluşturmuştur.

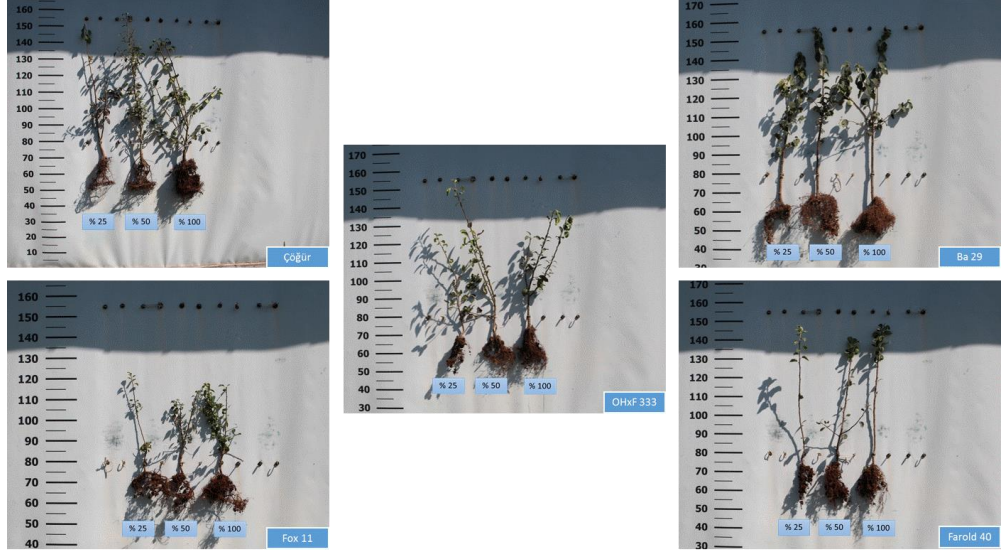
Çizelge 4.8. 2016 yılı su stresi uygulamalarının yaş kök ağırlığı (g) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	88.55 Aa	98.33 Aa	43.17 Ba	29.33 Ca	38.22 BCa	59.52
S <sub>1</sub>	81.67 Aa	82.17 Ba	37.2 Bab	23.83 Bb	33.49 Bab	52.57
S <sub>2</sub>	60.17 Ab	60.00 Ab	35.53 Bb	22.83 Cb	29.17 BCb	41.54
Ortalama	76.80	80.17	38.63	26.33	33.62	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.17. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre yaş kök ağırlığındaki azalış yüzdeleri



Şekil 4.18. 2016 yılında stres uygulamaları sonucunda köklerin görünümü

Kuraklık stresi, yaprak büyüklüğünü, kök uzamasını ve kök çoğalmasını azaltır, bitki su ilişkilerini bozar ve su kullanım verimliliğini azaltır (Farooq vd., 2009). Kuraklık ilk meydana geldiğinde bitki daha fazla suya ulaşabilmek için gövde gelişimini yavaşlatıp kök gelişimini artırır. Fakat kurak koşulların bitkilerde hasar oluşturacak şekilde uzun sürmesi hem gövde hem de kök gelişiminin durmasına yol açar. Bu bilgiler ışığında çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde kuraklık stresinin bitkilerin yaş kök ağırlıklarını olumsuz etkilediği ve kontrol bitkilerine oranla özellikle stresin daha fazla olduğu S<sub>2</sub> uygulamasında kayıplara neden olduğu görülmektedir. BA 29 anacında kök kaybı diğer anaçlara nazaran fazla olsa bile yine en fazla kök ağırlığı bu anaçta tespit edilmiştir. Ayrıca bu anacın saçak köke sahip olmasını kendisine bir avantaj sağladığı düşünülmektedir. Bu çalışma saksılarda yapıldığı için bu avantaj sağlayabilir fakat bahçe şartlarında su noksanlığında önemli olduğunu bildiğimiz kazık kökün bu anaçta olmamasının olumsuz etki edeceği kanaatindeyiz. Benzer şekilde kuraklık stresi uygulanan Albizzia fidelerinde kök uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Nanjo, 1999). Benzer sonuçlar *Erythrina* fidanları (Nativ vd., 1999) *Eucalyptus microtheca* fideleri (Marron vd., 2002) ve *populus* türlerinde de (Nautiyal vd., 2002) elde edilmiştir. Yine su stresinin, Elmada (Alizadeh vd., 2011; Sakalauskaite vd., 2006; Atkinson vd. 1999), zeytinde (Arzani ve Arji, 2002) avokado çeşitlerinde (Smirnoff., 1998) ve darı da (Lowler ve Cornic, 2002)'da yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.



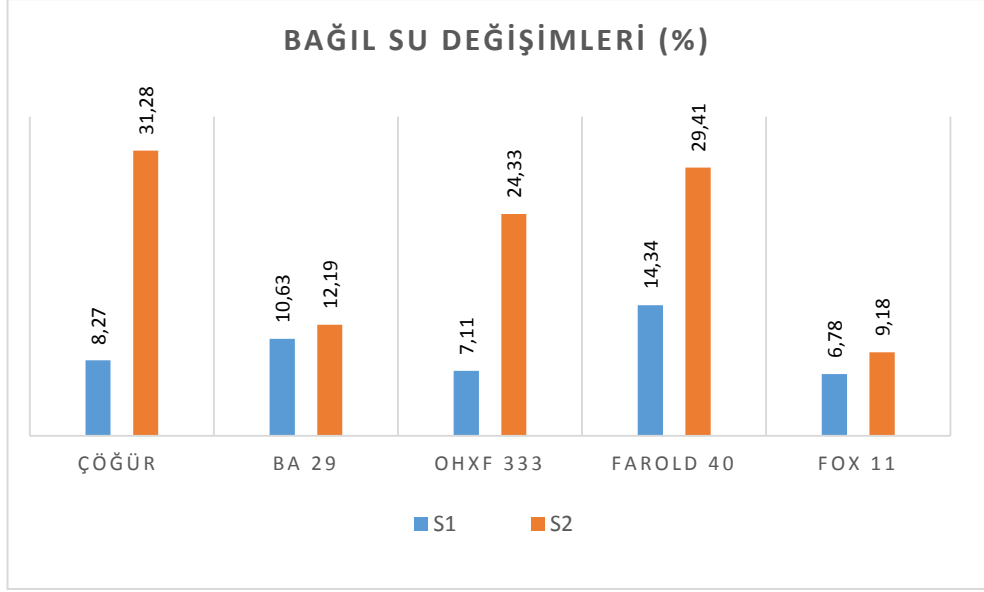
#### 4.5. Su Stresinin Bağlı Su İçeriği Üzerine Etkileri

Yapraklardaki bağlı su içeriği analizleri taze yapraklarda gerçekleştirilmiştir. Sulama suyundaki azalma ile birlikte, tüm anaçlarda her iki yılda da bağlı su içeriğinde düşüş meydana gelmiştir. 2015 yılına ait bağlı su içeriği değerlerinin verildiği Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi, yapılan varyans analizi sonucunda, anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yine uygulamalar arasında ve tüm uygulamalarda anaçlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamasında en yüksek bağlı su içeriği değerleri OHxF 333 (% 73.60- % 68.36) ve Fox 11 (%71.99 - % 67.12) anaçlarında tespit edilmiştir.  $S_2$  uygulamasında ise en yüksek değer % 65.83 ile Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. Tüm uygulamalar için sırasıyla % 42.88, % 38.32 ve % 37.65 değerler ile BA 29 anacında en düşük değerler elde edilmiştir. Kontrol ve diğer stres uygulamaları arasındaki değişim yüzdesini gösteren grafiğin yer aldığı Şekil 4.19. incelendiğinde  $S_1$  uygulamasında bağlı su içeriğindeki düşüş yüzdeleri % 6.78 ile % 14.34 arasında değişmiştir. Bu uygulamada en büyük düşüş Farold 40 anacında, en az düşüş ise Fox 11 anacında görülmüştür.  $S_2$  uygulamasında elde edilen değerleri kontrolle kıyasladığımızda, en fazla bağlı suyu kaybeden anaç % 31.28 ile çöğür anacı olmuştur. Fox 11 ve BA 29 anaçları ise sırasıyla % 9.18 ve % 12.19'luk değerle bağlı suyu içeriği en az düşen anaçlar olmuşlardır.

Çizelge 4.9. 2015 yılı su stresi uygulamalarının bağlı su içeriği (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
$S_0$	69.25 ABa	42.88 Ca	73.60 Aa	66.80 Ba	71.99 Aa	64.90
$S_1$	63.51 Aa	38.32 Cb	68.36 Aa	57.23 Bb	67.12 Ab	58.91
$S_2$	47.71 Cb	37.65 Db	55.69 Bb	47.16 Cc	65.83 Ac	50.72
Ortalama	60.17	39.62	65.89	57.07	68.31	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



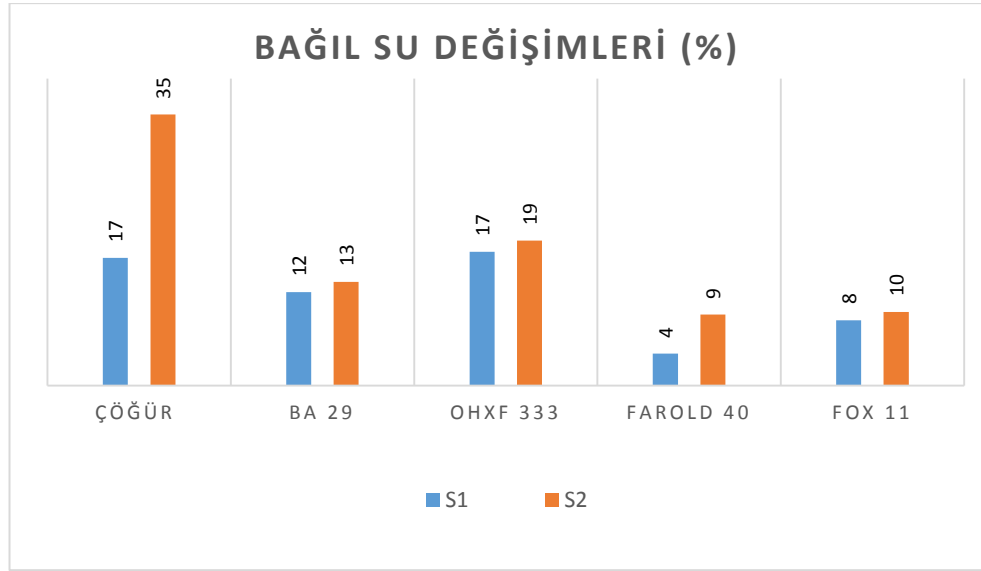
Şekil 4.19. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre bağıl su içeriğindeki azalış yüzdeleri

2016 yılı bağıl su değerleri için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur. Çizelge 4.10 incelendiğinde çöğür ve BA 29 anaçlarında uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunurken, diğer anaçlarda ise önemsiz bulunduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Her iki anaçta en yüksek bağıl su içeriği değerine S<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük değere ise S<sub>2</sub> uygulamasında sahip olmuşlardır. Anaçlar arasında ise S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamalarındaki fark önemli bulunmuştur. Bu uygulamalarda en yüksek değeri sırasıyla % 96.50 ve % 80.22 ile çöğür anaçları almıştır. En düşük değer ise % 70.88 ve % 64.86 ile Fox 11 anacında elde edilmiştir. Bağıl su içeriği değerlerinin, kontrol grubuna göre değişim yüzdesini gösteren grafik şekil 4.20'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde, Farold 40 anacının hem S<sub>1</sub> hem de S<sub>2</sub> uygulamasında bağıl su içeriğini en az kaybeden anaç olarak ön plana çıktığı görülmektedir. Bu anaç sırasıyla kontrolün % 4 ve % 9'u kadar bağıl suyunu kaybetmiştir. Yine Fox 11 ve BA 29 anaçları da çok fazla düşüş yaşamayan anaçlar olmuşlardır. Çöğür anacı ise tüm uygulamalarda kontrole göre % 17 ve % 35'le en fazla kayıp gösteren anaç olmuştur.

Çizelge 4.10. 2016 yılı su stresi uygulamalarının bağıl su içeriği (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	96.50 Aa	80.87 Ba	85.51 Ba	79.14 Ba	70.88 Ca	82.51
S <sub>1</sub>	80.22 Ab	71.04 BCb	70.62 BCa	75.85 ABa	64.86 Ca	72.04
S <sub>2</sub>	62.23 Ac	69.96 Ab	69.34 Aa	71.83 Aa	64.08 Aa	67.90
Ortalama	79.65	73.96	75.05	75.5	66.60	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.20. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre bağıl su içeriğindeki azalış yüzdeleri

Bağıl su içeriği, bitkinin su durumunun bir göstergesi olarak kullanılabilen yaygın bir parametredir (Hsiao, 1973).

Kuraklık stresi sonucu bitkilerde kök faaliyetleri azalması ile birlikte su alınımı da azalır bunun sonucunda yapraklarda su içeriğinde azalmalar meydana gelir (Taiz ve Zeiger, 2006). Bitkilerde suyun varlığı, turgorun korunmasını ve topraktan mineral maddelerinin alınmasını sağlar. Bağıl su içeriğinin azalması ile birlikte bitki hücreleri turgorunu kaybederek büzülür ve ozmotik dengeyi koruyucu mekanizmalarını devreye sokarak hücre hacminin korumaya çalışır (Çırak ve Esendal, 2003). Çalışmamızda

elde edilen veriler incelendiğinde Su stresinin artması ile birlikte bağıl su içeriğinin azaldığı görülmektedir. Çöğür anacı en fazla düşüşün belirlendiği anaç olurken BA 29 ve Fox 11 anaçları en az düşüşün belirlendiği anaçlar olmuştur. Yaptığımız çalışmada belirlenen ve ozmotik dengenin tekrar sağlanması için gerekli olan toplam fenol ve çözünebilir şeker gibi ozmolitlerin değerleri incelendiğinde, çöğür anacında bu maddelerin diğer anaçlara nazaran daha az artış gösterdiği görülmektedir. Bu anaçta belirlenen bağıl su içeriğindeki fazla kayıp bu durumla açıklanabilir.

Kırnak vd. (2002), Malatya'da Dalbastı kiraz çeşidinde 4 farklı sulama düzeyi uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, değerlerin stres uygulaması ile arttığını, bağıl su içeriği sonuçlarını istatistiksel açıdan değerlendirdiklerinde, % 100 ve % 75 konuları arasında fark oluşmadığını, fakat % 25 ve % 50 konularındaki farkın önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Wang vd. (2012), elmada, Garcia-Sanchez vd. (2007), iki *citrus* tohum anacında; Bolat vd., (2014) M9 ile MA Quince anaçlarında; Alizadeh vd. (2011), elma anaçlarında; Kuşvuran vd. (2011) kavunda; Upreti vd. (1998), fasulyede; Sibamona vd., (2001), domateste; Chartzoulakis vd., (2002), avokadoda; Yağmur (2008), asmada yapmış oldukları çalışmalarda da bağıl su içeriği değerlerinin stresle birlikte düştüğü bildirilmiştir.

#### **4.6. Su Stresinin Membran Geçirgenliği Üzerine Etkileri**

Yaprak hücrelerinde, membran zararlanmasının belirlenmesi için yapılan analizler, taze yapraklarda yapılmıştır. Uygulamaların yapıldığı 2015 ve 2016 yıllarında uygulanan su stresinin artması ile tüm anaçlarda membran geçirgenliğinin de arttığı belirlenmiştir. 2015 yılına ait veriler Çizelge 4.11'de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tüm anaçlarda uygulamalar arasında ve tüm uygulamalarda anaçlar arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tüm uygulamalarda en yüksek membran geçirgenliğine sahip anaç çöğür anacı olmuştur.  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamalarında en düşük membran geçirgenliği % 15.77 ve % 18.64 ile Farold 40 anacında saptanmıştır.  $S_2$  uygulamasında ise OHxF 33 (21.63) ve Farold 40 (21.4) anaçları en düşük değeri almıştır.

Çizelge 4.11. 2015 yılı su stresi uygulamalarının membran geçirgenliği (%) üzerine etkileri

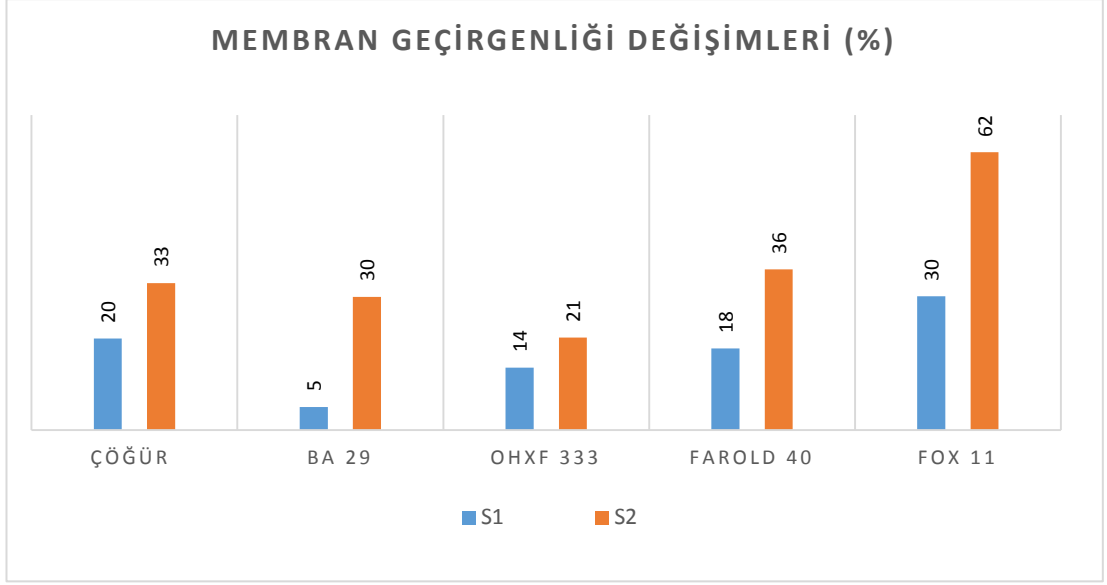
Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çögür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	25.84 Ab	20.86 Bb	17.94 BCb	15.77 Cb	19.24 Bc	19.93
S <sub>1</sub>	31.10 Aab	21.94 Cb	20.43 CDa	18.64 Dab	24.97 Bb	23.42
S <sub>2</sub>	34.29 Aa	27.04 Ca	21.63 Da	21.4 Da	31.12 Ba	27.10
Ortalama	30.41	23.28	20	18.61	25.11	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.21. Membran zararlanmasının belirlenmesi için yapraklardan disklerin alınması ve EC değerlerinin belirlenmesi

Kontrol uygulamasına göre değişim yüzdelerinin gösterildiği Şekil 4.22'deki grafik incelendiğinde, S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamasında en fazla membran geçirgenliği değerine sahip anaçın Fox 11 olduğu görülmektedir. Fox 11 anaçının yaprak hücrelerindeki membran zararlanması, kontrole göre sırasıyla % 30 ve % 62 olarak meydana gelmiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında membran geçirgenliği en az olan anaç BA 29 (% 5) olurken, S<sub>2</sub> uygulamasında ise OHxF 333 anaç (% 21) olmuştur.



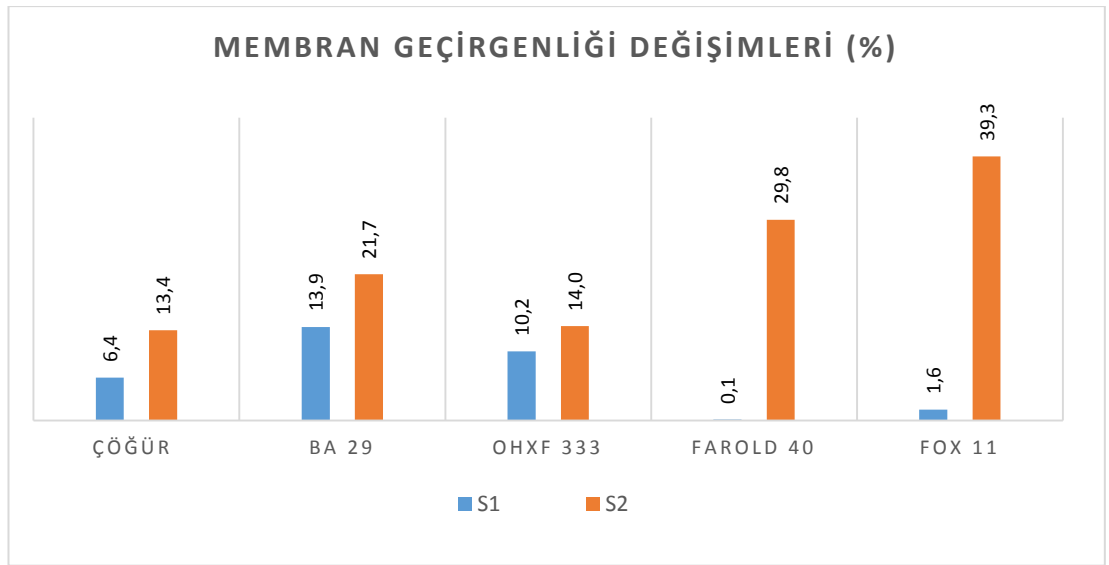
Şekil 4.22. 2015 yılında kontrol uygulamasına göre membran geçirgenliğindeki artış yüzdesi

Çizelge 4.12'de verilen 2016 yılına ait membran geçirgenliği değerleri için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek membran geçirgenliği değerleri tüm uygulamalarda sırasıyla % 30.92, % 33.01 ve % 35.07 ile çöğür anacında elde edilmiştir. En düşük değerler ise  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamasında % 14.42 ve % 14.65 değerler ile Fox 11 anacında belirlenirken,  $S_2$  uygulamasında OHxF 333 (% 20.03) ve Fox 11 (% 20.08) anaçlarında belirlenmiştir. Membran geçirgenliği değerlerinin kontrol uygulamasına göre değişim yüzdeleri, Şekil 4.23'de yer alan grafikte verilmiştir. Grafikte,  $S_2$  uygulamasında yer alan bitkilerde membran zararının kontrole göre % 13 ile % 39 arasında arttığı görülmektedir. Bu uygulamada en büyük membran zararı Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. En az membran geçirgenliği değerleri ise çöğür (% 13.4) ve OHxF 333 (% 14) anaçlarında görülmüştür.  $S_1$  uygulamasında Farold 40 (% 0.1) ve Fox 11 (% 1.6) anaçlarının membranlarındaki zararlanmanın çok az olduğu, BA 29 (% 13.9) ve OHxF 333 (% 10.2) anacında ise çok daha fazla zararın ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 2016 yılı su stresi uygulamalarının membran geçirgenliği (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	30.92	18.36	17.57	20.69	14.42	20.39 B
S <sub>1</sub>	33.01	20.91	19.37	20.72	14.65	21.70 B
S <sub>2</sub>	35.07	22.35	20.03	26.86	20.08	24.88 A
Ortalama	33 A	20.54 B	18.99 C	22.70 B	16.39 D	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.23. 2016 yılında kontrol uygulamasına göre membran geçirgenliğindeki artış yüzdesi

Hücrede ortaya çıkan aşırı su kayıpları neticesinde meydana gelen iyon birikimi, membran bütünlüğünü ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye zarar verir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Sgherry vd. (1996), kuraklık stresi sonucunda O<sub>2</sub><sup>-</sup> oluşum hızının artmasının, lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve membranların zarar görmesine neden olacağını belirtmiştir. Kurumaya karşı duyarlı bitkilerde oluşan turgor kaybı, hücre membranlarına ve hücre çeperine uygulanan mekanik basıncın kaybolmasına ve bunun sonucunda da hücre çeperinin çöküşüne ve membranlarda onarılması mümkün olmayan zararlara neden olur. Bazı bitkilerin su kaybına karşı toleranslı olmaları membran yapısı ve enzim aktivitesine bağlıdır (Turner, 1986). Yine stres koşullarında oluşan ROS' lar membranlarda lipid



peroksidasyonuna neden olarak membranların zararlanmasına yol açar. Stres sonucunda serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan madde miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri, bitkilerin oksidatif strese karşı dayanımında en önemli rolü oynayan unsurlardır (Kuşvuran vd., 2012). Çalışmamızdaki sonuçlar incelendiğinde en düşük membran zararının BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında olduğu görülmektedir. Bu anaçlara ait antioksidan enzim aktivitesi değerlerinin diğer anaçlardan daha yüksek olmasının membran zararını azalttığını düşünmekteyiz. Reddy vd. (2004), kuraklık stresinin dutta hücre zararlanmasını artırdığını vurgulamışlardır. Kuşvuran vd. (2011), kavunda yaptıkları çalışmada hassas genotiplerde membran zararlanma indeksinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

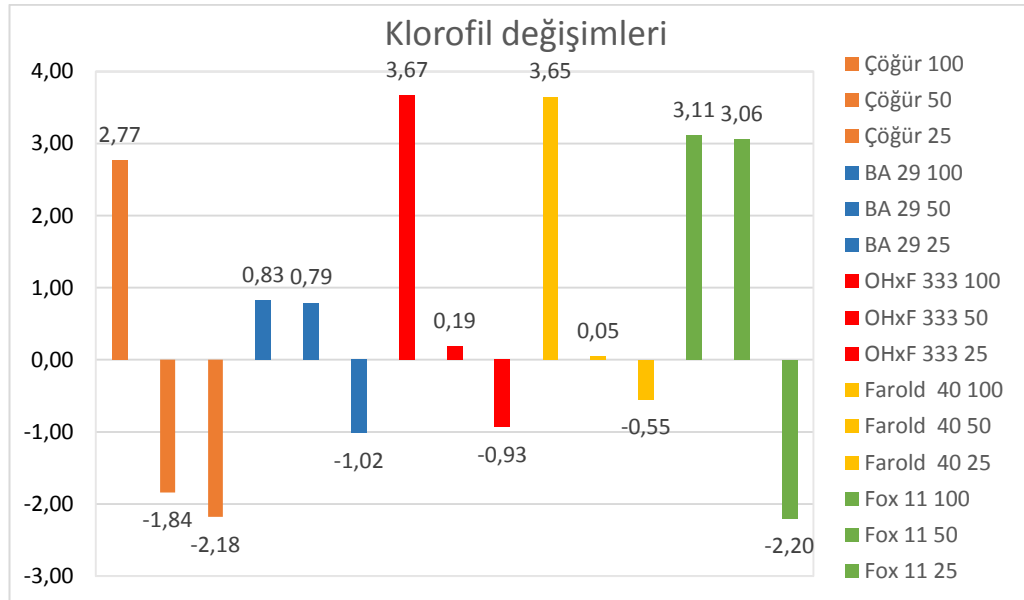
#### **4.7. Su Stresinin Klorofil Yoğunluğu Üzerine Etkileri**

Klorofil yoğunluğu çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da kontrol uygulamasında artış gösterirken S<sub>2</sub> uygulamasında ise azalmıştır. 2015 yılında elde edilen klorofil yoğunluğundaki değişim değerleri için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 4.13 incelendiğinde BA 29 hariç diğer tüm anaçlarda uygulamalar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). S<sub>1</sub> uygulamasında klorofil yoğunluğunun başlangıca göre en fazla azaldığı anaç, -1.84 ile çöğür olmuştur. Diğer anaçlarda ise düşüş gözlenmemiştir. Bu uygulamada klorofil yoğunluğu en fazla artan anaç ise 3,06 ile Fox 11 olmuştur. S<sub>2</sub> uygulamasında ise bütün anaçlarda bir düşüş belirlenmiştir. En fazla düşüşün gerçekleştiği anaç Fox 11 (-2.20) ve çöğür (-2.18) anaçları olmuştur. Farold 40 anacı ise 0.55 ile en az klorofil yoğunluğu kaybeden anaç olmuştur.

Çizelge 4.13. 2015 yılı su stresi uygulamalarının klorofil yoğunluğu değişimi (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	2.77 Aa	0.83 Aa	3.67 Aa	3.65 Aa	3.11 Aa	2.80
S <sub>1</sub>	-1.84 Db	0.79 Ba	0.19 BCb	0.05 Cb	3.06 Aa	0.45
S <sub>2</sub>	-2.18 Bb	-1.02 ABa	-0.93 ABb	-0.55 Ab	-2.20 Bb	-1.38
Ortalama	-0.41	0.20	0.98	1.05	1.32	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.24. 2015 yılı stres başlangıcı ve sonundaki klorofil yoğunluğu değişimleri

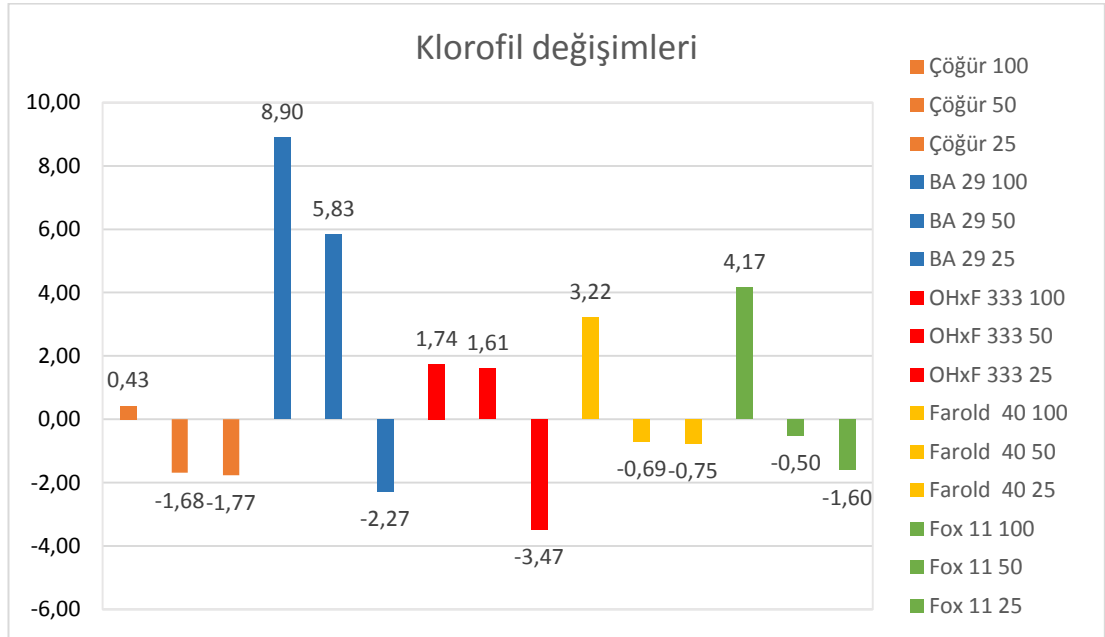
2016 yılı klorofil yoğunluğu değişim değerleri için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 4.14. incelendiğinde Farold 40 ve OHxF 333 anaçlarında uygulamalar arasında fark istatistiki olarak önemli, diğer anaçlarda ise önemsiz bulunmuştur (p<0.05). Bu anaçlarda stresle birlikte klorofil içeriğinin düştüğü tespit edilmiştir. Anaçlar arasındaki fark ise S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamalarında önemli S<sub>2</sub> uygulamasında ise önemsiz bulunmuştur. S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamalarında en yüksek değer BA 29 anaçında elde edilmiştir. Şekil 4.25' de verilen grafik incelendiğinde S<sub>1</sub> uygulamasında 2015 yılında olduğu gibi klorofil yoğunluğu en fazla kaybeden anaç çöğür (-1.68) olmuştur. Farold 40 (-0.69) ve Fox

11 (-1.77) anaçlarında da düşüş meydana gelmiştir. BA 29 ise 5.83 ile klorofil yoğunluğunda en çok artış gösteren anaç olmuştur. S<sub>2</sub> uygulamasında tüm anaçlarda klorofil yoğunluğunda azalma meydana gelirken en fazla azalma -3.47 ile OHxF 333 anacında ölçülmüştür.

Çizelge 4.14. 2016 yılı su stresi uygulamalarının klorofil yoğunluğu değişimi (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	0.43 Ba	8.90 Aa	1.74 Ba	3.22 Ba	4.17 Ba	3.69
S <sub>1</sub>	-1.68 Cb	5.83 Aa	1.61 Ba	-0.69 BCb	-0.50 BCa	0.91
S <sub>2</sub>	-1.77 Ab	-2.27 Aa	-3.47 Ab	-0.75 Ab	-1.60 Aa	-1.98
Ortalama	-1.01	4.15	-0.04	0.59	0.68	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.25. 2016 yılı stres başlangıcı ve sonundaki klorofil yoğunluğu değişimleri

Çoğu araştırmacı yaprak klorofil içeriği ile taşınabilir klorofil metre okumaları arasındaki bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bunun sonucunda da bu cihazlar sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Silva vd., 2007). Su stresi sonucunda klorofil oluşumu

engellenmekte ve böylelikle bitkinin fotosentez etkinliği düşmektedir (Özer vd., 1997). Stres altındaki bitkilerde meydana gelen serbest oksijen radikalleri, protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Kuşvuran vd., 2012). Yaptığımız çalışma sonuçlarında da artan stres sonucunda özellikle S<sub>2</sub> uygulamasında klorofil değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Artan stresle birlikte bitkiler kendilerini korumak amacıyla ilk olarak stomalarını kapatıp su kaybını engellemeye çalışırlar. Stresin devam etmesi ile beraber yukarıda bildirildiği gibi klorofillerin yapılarında bozulmalar oluşmakta ve yapraklar sararak daha ileriki aşamada dökülmektedir. Çalışmamızda klorofil değişimleri incelendiğinde en büyük zararın Çöğür ve Fox 11 anaçlarında meydana geldiği görülmektedir. Bu anaçlar stres koşullarına tolerans mekanizmalarını tam olarak oluşturamadıkları için, stres sonucunda yapraklarını sarartıp döktükleri düşünülmektedir.

Bolat vd., (2014) M9 elma anacı ve MA Quince anacında; Pouyafard vd. (2016), Ayvalık zeytin çeşidi fidanlarında en yüksek klorofil miktarının (SPAD) sulamanın tam yapıldığı uygulamada, en düşük değer ise hiç yapılmadığı uygulamada elde etmişlerdir. Kırnak vd. (2002), kirazda; Alizadeh vd. (2011), elmada; Haifeng vd. (2011), narenciyede; Gholami vd. (2012), incirde; Sibomana vd. (2013), domateste yapmış oldukları çalışmalarda stres ile birlikte klorofil değerlerinde de bir düşüş gördüklerini bildirmişlerdir.

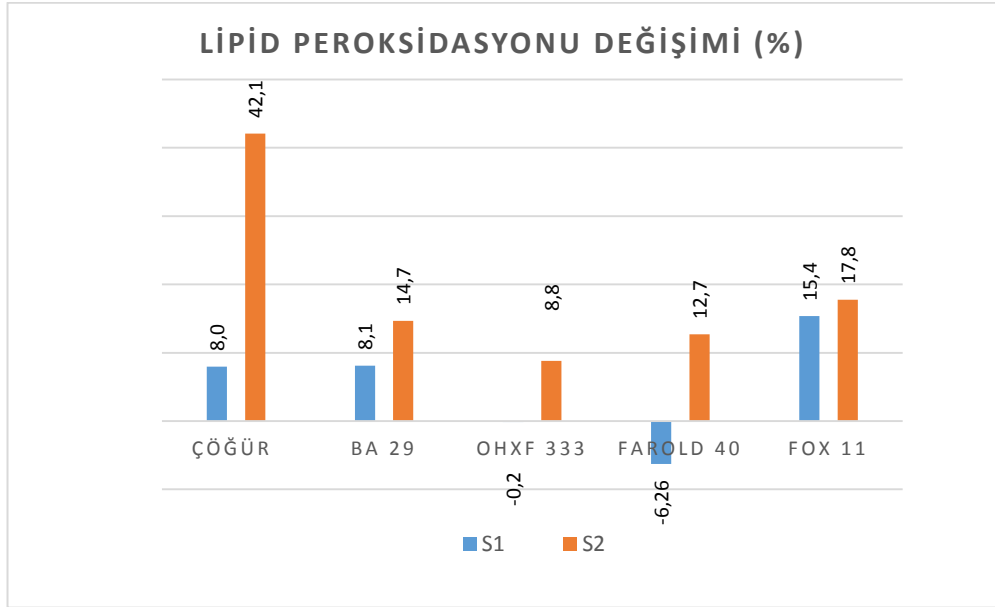
#### **4.8. Su Stresinin Lipid Peroksidasyonu (MDA Miktarı) Üzerine Etkileri**

Çalışmanın yürütüldüğü iki yılda da tüm anaçlarda su stresinin artması ile birlikte malondialdehit (MDA) miktarının arttığı belirlenmiştir. Çizelge 4.15'de verilen 2015 yılı MDA analiz sonuçlarına göre anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Tüm uygulamalarda en yüksek MDA miktarı BA 29 anacında, en düşük MDA miktarı ise çöğür anacında saptanmıştır. S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamalarındaki sonuçların kontrol uygulamasına göre değişimlerinin yer aldığı Şekil 4.26. incelendiğinde, S<sub>1</sub> uygulamasında en büyük artış, % 15.4 ile Fox 11 anacında meydana gelmiştir. Farold 40 ve OHxF 333 anaçlarında ise MDA miktarında artış tespit edilmemiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise tüm anaçlarda kontrole göre bir artış meydana gelmiştir. Bu uygulamada en büyük artış % 42.1 ile çöğür anacında meydana gelirken, en az artış OHxF 333 (% 8.8) anacında bulunmuştur.

Çizelge 4.15. 2015 yılı su stresi uygulamalarının lipid peroksidasyonu ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	18.62	46.99	24.92	29.55	29.91	30.00 B
S <sub>1</sub>	20.10	50.80	24.88	27.70	34.50	29.99 B
S <sub>2</sub>	26.51	53.89	27.12	33.30	35.22	35.21 A
Ortalama	21.74 C	50.56 A	22.97 C	30.18 B	33.21 B	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.26. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre lipid peroksidasyonu artış ve azalış yüzdeleri

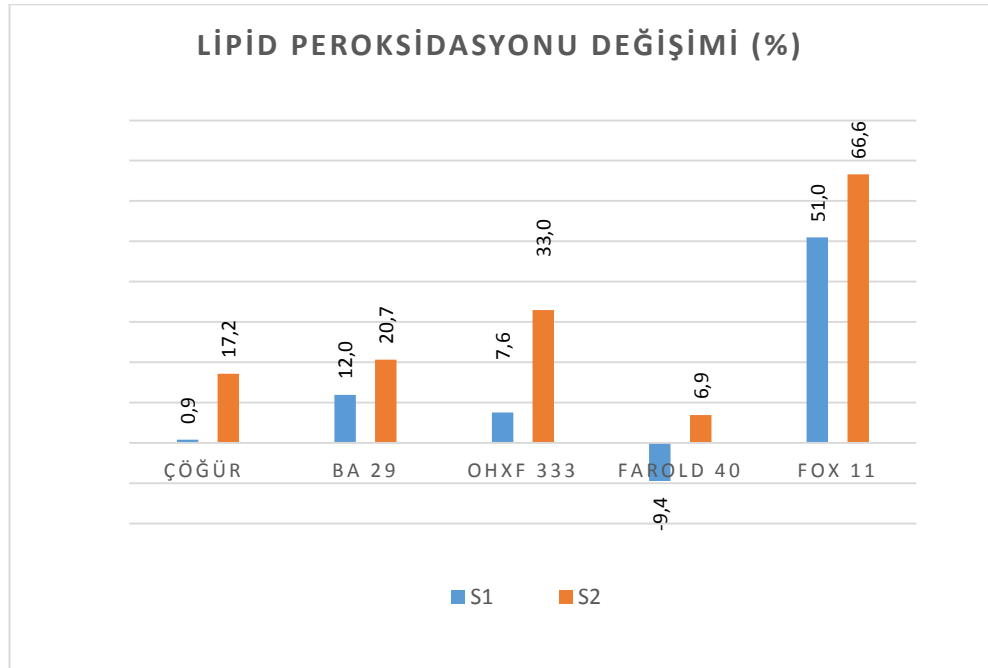
2016 yılı MDA miktarı değerleri varyans analizine tabi tutulduğunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Uygulamalar arasında Farold 40 haricindeki tüm anaçlarda, anaçlar arasında ise tüm uygulamalardaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). S<sub>0</sub> uygulamasında en yüksek MDA değeri BA 29 (% 35.64) ve Farold 40 (% 31.55) anaçlarında tespit edilmiştir. S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamasında BA 29 (% 39.90, % 43.00) ve Fox 11 (% 39.09, % 43.13) anaçları ön plana çıkmıştır. En düşük değerler çöğür ve OHxF 333 anaçlarında belirlenmiştir. Şekil 4.27'de yer alan grafikte, su kısıtı uygulamasındaki değerlerin kontrole göre değişim yüzdeleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde her iki sulama uygulamasında da en fazla MDA miktarı artışının

sırasıyla, % 51 ve % 66.6 ile Fox 11 anacında, en az artışın ise % -9.4 ve % 6.9 ile Farold 40 anacında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16. 2016 yılı su stresi uygulamalarının lipid peroksidasyonu ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	25.89 Bb	35.64 Aa	24.30 Bb	31.55 Aa	25.89 Bb	29.04
S <sub>1</sub>	26.11 Bb	39.90 Aa	26.14 Bb	28.58 Ba	39.09 Aa	31.60
S <sub>2</sub>	30.32 Ba	43.00 Aa	32.31 Ba	33.74 Ba	43.13 Aa	36.50
Ortalama	27.49	39.51	27.58	31.29	36.04	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.27. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre lipid peroksidasyonu artış ve azalış yüzdeleri

Stres sonucunda oluşan oksidatif zararlanma hücre zarına çok büyük zarar verir. Oksidatif zararlanma sonucunda hücre zarlarında lipid peroksidasyonu meydana gelir. Hücre zarının geçirgenliğinin bozulması nedeniyle hücre sıvısı kaybolur, bu da bitkinin ölümüne neden olur. Lipid peroksidasyonu malondialdehit (MDA) adı verilen

bir madde yardımıyla ölçülür. MDA, bitki hücre zarı zarar görünce açığa çıktığı için miktarının çok olması hücre zarının tahrip olduğunu, az miktarda bulunması ise hücre zarının sağlam olduğunu gösterir (Dhindsa ve Mathowe, 1981). Kuraklığa bağlı olarak aşırı ROS üretimi, MDA içeriğini arttırmaktadır. Oksidatif hasarın bir göstergesi de MDA içeriği, olarak düşünülmektedir (Moller vd., 2007). Çalışmamızda yer alan anaçların MDA değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin Çöğür ve Fox 11 anacında olduğu görülmektedir. MDA miktarının yüksek olması nedeni ile ortaya çıktığı bilinen zararlanma dereceleri ve membran geçirgenliği gibi değerlerde bu anaçlarda yüksek bulunmuştur. Lipid peroksidasyonu engelleyen antioksidan enzim ve madde miktarlarının da bu anaçlarda diğerlerine daha az olması MDA miktarındaki artışı açıklayabilir.

Yang vd., (2009) ve Wang vd. (2012) elmada; Li vd. (2008), 4 farklı *Pyrus* türünde; Sivritepe vd. (2008), in vitro koşullarda Gisela 5 kiraz anacında yaptıkları çalışmalarda su stresi sonucunda MDA miktarının arttığını bildirmişlerdir.

#### **4.9. Su Stresinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri**

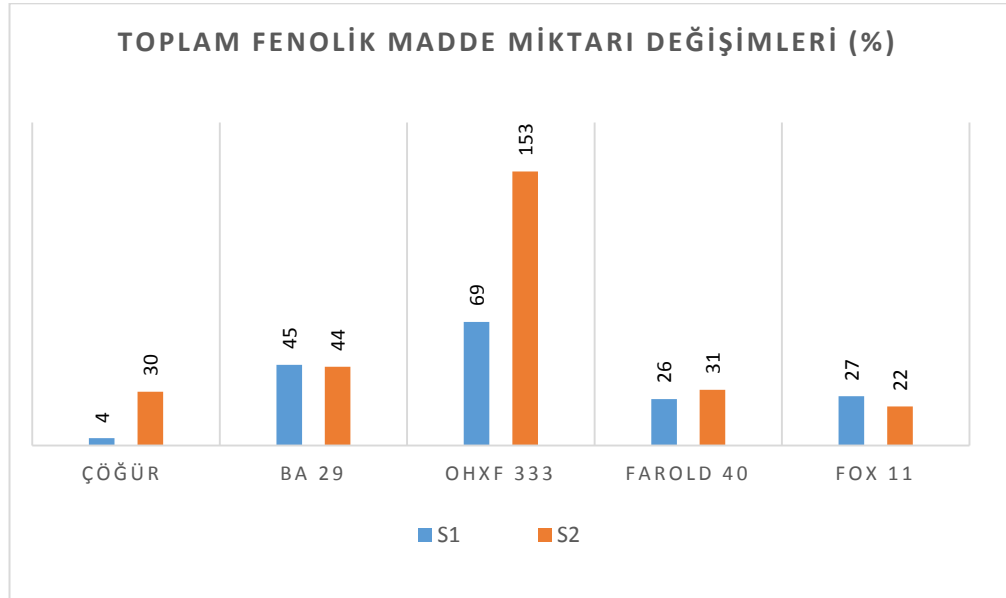
Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da, toplam fenolik madde miktarının su kısıtı ile birlikte tüm anaçlarda arttığı ortaya konulmuştur. Çizelge 4.17'de verilen 2015 yılı toplam fenolik madde miktarı sonuçları için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksiyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Değerler incelendiğinde Çöğür ve Fox 11 hariç diğer anaçlarda uygulamalar arasındaki fark ile tüm uygulamalarda anaçlar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Buna göre tüm uygulamalarda en yüksek toplam fenol miktarı BA 29 anacında en düşük OHxF 333 anacında tespit edilmiştir. Kontrole göre stres uygulamalarının değişim yüzdeleri Şekil 4.28'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde en büyük artışın her iki sulama uygulamasında da OHxF 333 anacında olduğu görülmektedir. Bu anaçtaki fenolik madde miktarı kontrole göre S<sub>1</sub> uygulamasında % 69, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 153 oranında artış göstermiştir. BA 29 anacı sırasıyla % 45 ve % 44'lük bir oranla OHxF 333 anacından sonra en fazla artış gösteren anaç olmuştur. En az toplam fenolik madde miktarı artışı S<sub>1</sub> uygulamasında % 4 ile çöğür anacında, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 22 ile Fox 11 anacında belirlenmiştir.



Çizelge 4.17. 2015 yılı su stresi uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri (mg g<sup>-1</sup>)

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	38.91 BCa	107.11 Ab	15.33 Db	46.97 Bb	33.16 Ca	48.30
S <sub>1</sub>	40.50 BCa	155.28 Aa	25.89 Cab	59.16 Ba	42.25 BCa	64.62
S <sub>2</sub>	50.61 BCa	154.11 Aa	38.72 Ca	61.56 Ba	40.41 Ca	69.08
Ortalama	43.34	138.82	26.65	55.90	38.61	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



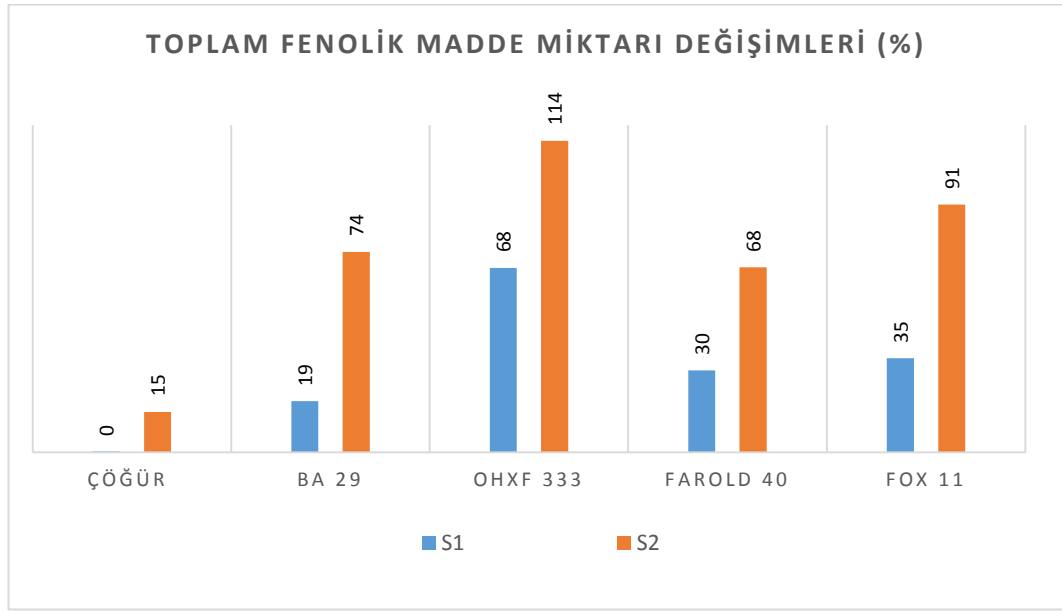
Şekil 4.28. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre toplam fenolik madde miktarı artış yüzdeleri

2016 yılı toplam fenolik madde miktarlarına ait analiz sonuçlarına uygulanan varyans analizinde anaç\*su interaksiyonu önemsiz bulunmuştur (p<0.05). S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamalarında en yüksek değerler çöğür anacında belirlenirken S<sub>2</sub> uygulamasında Fox 11 anacında belirlenmiştir. Bu yıl sonuçlarında da en düşük değerler OHxF 333 anacında elde edilmiştir. S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamalarının kontrole göre değişim yüzdesini gösteren grafik incelendiğinde, 2016 yılında da en fazla artışın her iki uygulamada da sırasıyla % 68 ve % 114 değer ile OHxF 333 anacında olduğu görülmektedir (Şekil 4.29). Toplam fenolik madde miktarındaki en az artış her iki uygulamada da çöğür anacında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. 2016 yılı su stresi uygulamalarının toplam fenolik madde miktarı (mg g<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	67.33	44.59	21.33	28.63	41.82	40.74 C
S <sub>1</sub>	67.63	52.96	35.75	37.26	56.26	49.37 B
S <sub>2</sub>	77.34	77.37	45.70	48.07	79.85	65.67 A
Ortalama	69.76 A	58.31 B	34.26 C	37.98 C	59.31 B	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.29. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre toplam fenolik madde miktarı artış yüzdeleri

Bitkiler oksidatif stresle başa çıkabilmek için ROS'un yok edilmesinde veya etkisinin azaltılmasında rol oynayan çeşitli antioksidanlara sahiptirler. Bitkilerdeki en önemli ikincil metabolit gruplarından biri olan fenolik bileşikler antioksidan fonksiyona sahiptirler (Büyük vd., 2012). Bitkiler, oksidatif strese karşı savunma mekanizmasını geliştirmek için toplam fenolik madde miktarı ve toplam çözüner protein miktarını artırmaktadırlar (Bacelar vd., 2006). Fenolik bileşikler ROS' u kendilerine bağlayarak güçlü bir antioksidan özellik gösterir. Yapılan çalışmalar stres koşulları altında fenolik bileşik miktarlarında artış meydana geldiği gözlenmiştir (Babalık, 2012; Büyük vd., 2012).

Yapmış olduğumuz çalışmada da tüm anaçlarda özellikle S<sub>2</sub> uygulamasında toplam fenolik madde miktarı belirgin şekilde artmıştır. Anaçlar arasında en fazla toplam fenolik madde miktarı birikimi OHxF 333 anacında meydana gelmiştir. Çöğür anacı ise en az toplam fenolik madde miktarı birikiminin tespit edildiği anaç olmuştur. Bu anaca ait zararlanma derecesi ve membran geçirgenliğinin düşük olması strese karşı savunmada önemli bir rol oynayan toplam fenolik madde miktarı içeriğinin düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bolat vd. (2014), M9 elma anacı ile MA Quince anaçlarında yapmış oldukları çalışmada kontrol bitkilerine göre fenol içeriğinin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Yine asmada yapılan bir çalışmada kuraklık stresi, yaprak ve köklerde toplam fenolik madde miktarında artışa neden olmuştur (Krol vd. (2014).

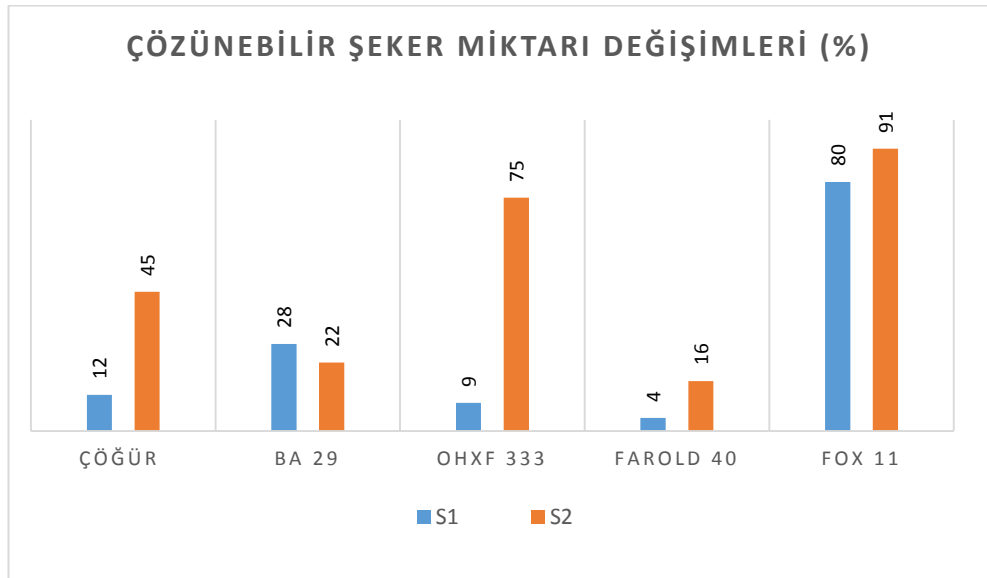
#### **4.10. Su Stresinin Çözünebilir Şeker Miktarı Üzerine Etkileri**

Çözünebilir şeker miktarının, çalışmanın gerçekleştiği her iki yılda da su stresinin artması ile birlikte tüm anaçlarda arttığı belirlenmiştir. Çizelge 4.19'da verilen çözünebilir şeker miktarı değerlerine ait varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Uygulamalar arasındaki artış dikkate alındığında OHxF 333 ve Fox 11 anacında fark istatistik olarak önemli bulunurken, diğer anaçlar arasında önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamalarında anaçlar arasında istatistik olarak fark olduğu ve bu uygulamalarda en yüksek değeri 27.41  $\mu\text{mol mg}^{-1}$  ve 35.3  $\mu\text{mol mg}^{-1}$  ile BA 29 anacının aldığı görülmektedir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise bu farkın meydana gelmediği tespit edilmiştir. Şekil 4.30 incelendiğinde S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamalarında kontrole göre en fazla artış her iki uygulamada da Fox 11 anacında tespit edilmiştir. Fox 11 anacı kontrole göre çözünebilir şeker miktarını sırasıyla % 80 ve % 91 oranında artırmıştır. S<sub>2</sub> uygulamasında OHxF anacı % 75 ile en fazla artış gösteren 2. anaçtır. S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamasında da en az artışı Farold 40 anacı (% 4 ve % 16) göstermiştir.

Çizelge 4.19. 2015 yılı su stresi uygulamalarının çözünebilir şeker miktarı ( $\mu\text{mol mg}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	20.02 BCa	27.41 Aa	15.13 CDb	22.70 Aba	14.02 Db	19.86
S <sub>1</sub>	22.35 BCa	35.3 A a	16.50 Cb	23.65 Ba	25.24 Ba	24.61
S <sub>2</sub>	28.97 ABa	33.5 Aa	26.40 Ba	26.37 Ba	26.75 ABa	28.40
Ortalama	23.78	32.07	19.35	24.24	22.00	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.30. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre çözünebilir şeker miktarı artış yüzdeleri

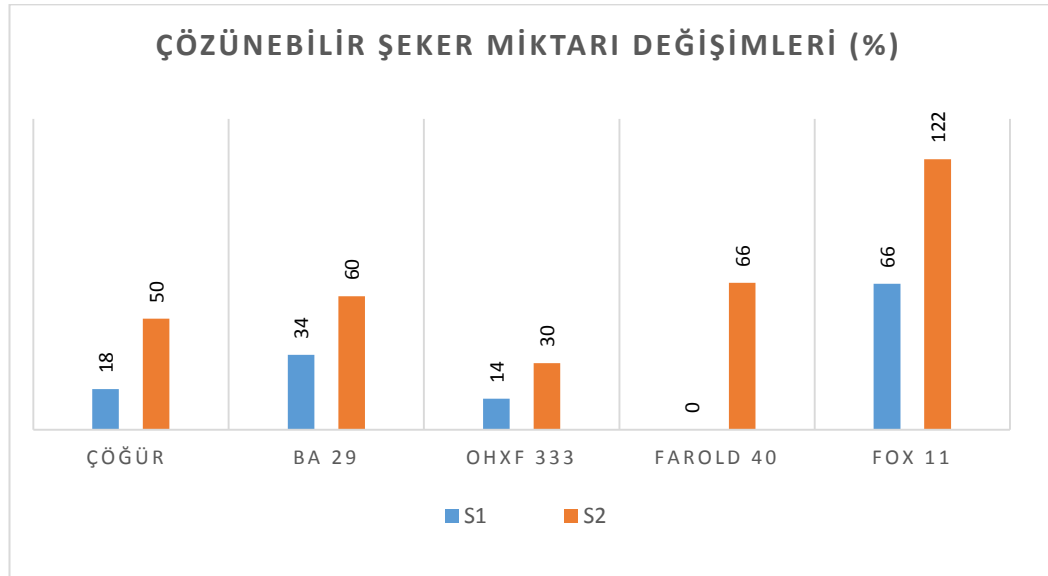
2016 yılına ait çözünebilir şeker miktarı değerleri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Değerlere uygulanan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksiyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Değerler incelendiğinde OHxF 333 dışındaki diğer anaçlarda uygulamalar arasında fark olduğu ve artan su stresi ile birlikte şeker içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir. Tüm uygulamalarda anaçlar arasında elde edilen fark önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sulama uygulamalarının kontrole göre değişim yüzdelerini gösteren grafik Şekil 4.31'de verilmiştir. 2015 yılında olduğu gibi bu yılda, her iki uygulamada da sırasıyla % 66 ve % 122'lik değerlerle en fazla artışın Fox 11 anacında

olduğu görülmektedir. Kontrole en az çözünebilir şeker miktarı artışı S<sub>2</sub> uygulamasında OHxF 333 (% 30) anacında elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. 2016 yılı su stresi uygulamalarının çözünebilir şeker miktarı ( $\mu\text{mol mg}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29A	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	41.91 Ab	36.54 Ab	38.28 Aa	40.74 Ab	28.62 Ac	37.28
S <sub>1</sub>	49.57 Aab	48.89 Aab	43.95 Aa	40.84 Ab	47.45 Ab	46.14
S <sub>2</sub>	62.90 Aa	58.52 ABba	49.46 Ba	67.73 Aa	63.50 Aa	60.42
Ortalama	51.45	47.98	44.01	49.77	46.52	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.31. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre çözünebilir şeker miktarı artış yüzdeleri

Bitkilerin stres karşısındaki adaptasyonu, şekerler, polioller, betainler ve prolin gibi organik çözeltilerin birikmesine yol açan metabolik ayarlamalar ile ilişkilidir (Yancey vd.,1982). Ozmotik ayarlama, kök ve sürgünlerde serbest amino asitler, prolin ve şekerlerin birikiminden etkilenir (Mohammadkhani ve Heidari, 2008). Bitkilerde artan stresle birlikte karbonhidratlar basit şekerlere parçalanarak strese dayanımlarını artırır. Benzer şekilde 'Satsuma' mandarin çeşidinde kuraklık stresi sonucunda meydana gelen şeker birikiminin kuraklık stresi ile birlikte arttığı, bunun nedeninin ise fotosentatların meyve suyu keselerine taşınmasındaki artıştan kaynaklandığı

belirtilmiştir (Yakushiji, 1998). Yine Mills (1996), MM 106 anacı üzerine aşılı 'Braeburn' elma çeşidine, su stresi stresle birlikte fruktoz, sorbitol ve toplam çözünebilir şeker konsantrasyonlarının yükseldiğini ortaya koymuştur.

Çalışmamızda çözünebilir şeker miktarının stresle birlikte tüm anaçlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Strese duyarlı olarak belirlediğimiz çöğür anacında strese dayanımda rolü olan çözünebilir şeker birikiminin en az olduğu ve bu nedenden dolayı stresten daha çok etkilendiği görülmektedir. Garcia-Sanchez vd. (2007), iki *citrus* tohum anacında, Arndt vd., (2001), *Ziziphus rotundifolia* L. Bitkisinde ve Alizadeh vd. (2011), elma anaçlarında kuraklık stresinin bitkilerde şekerler gibi toplam çözünen madde konsantrasyonlarının arttığını ifade etmişlerdir.

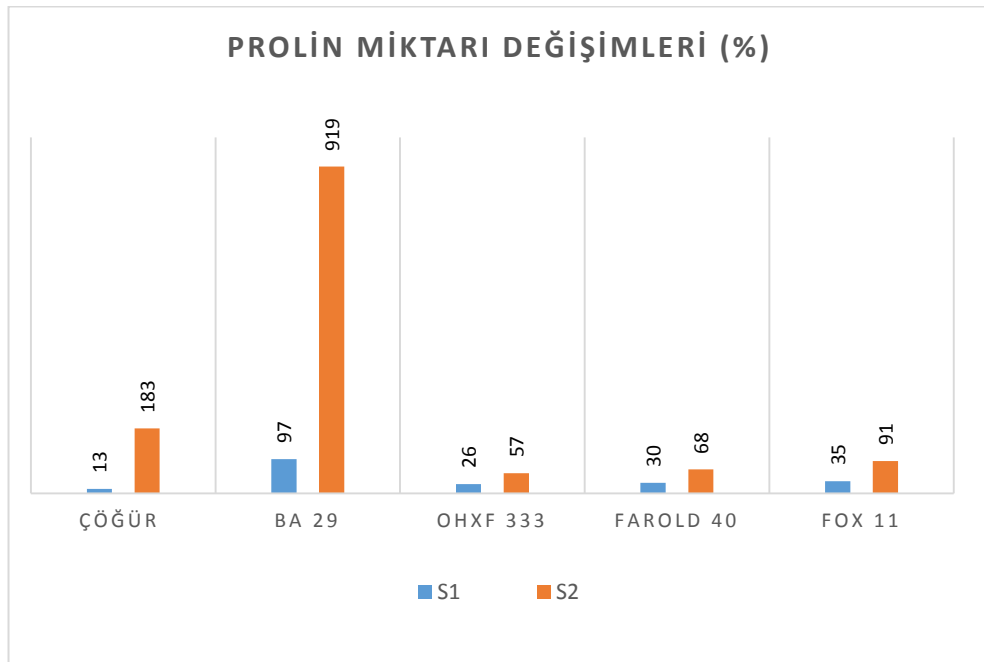
#### **4.11. Su Stresinin Prolin Miktarı Üzerine Etkileri**

Çalışmaların yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarında yapılan analizler sonucunda, prolin miktarının su stresinin artışla birlikte arttığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.21'de verilen 2015 yılı değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). OHxF 333 dışındaki diğer anaçlarda uygulamalar arasında farkın istatistik olarak önemli olduğu ve değerlerin stresle birlikte arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamalarında anaçlar arasında fark belirlenirken en yüksek değerler BA 29 anacında, en düşük değerler ise Fox 11 anacında elde edilmiştir. Şekil 4.32'de yer alan grafikte stres uygulamalarında elde edilen prolin değerlerinin kontrole göre değişim yüzdeleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde her iki uygulamada da BA 29 anacının oldukça büyük bir farkla ön plana çıktığı, prolin miktarının S<sub>1</sub> uygulamasında % 97, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 919 oranda arttığı belirlenmiştir. BA 29 anacından sonraki en fazla prolin artışı çöğür anacında tespit edilmiştir. Prolin artışının en az olduğu anaç ise sırasıyla % 26 ve % 57 ile OHxF 333 olmuştur. Yine Farold 40 anacındaki prolin artışı da diğer anaçlara göre düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.21. 2015 yılı su stresi uygulamalarının prolin ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	21.65 ABb	36.68 Ab	21.19 ABa	11.25 Bb	6.38 Bb	19.42
S <sub>1</sub>	24.38 Bb	72.23 Ab	26.74 Ba	17.31 Bab	12.76 Ba	30.68
S <sub>2</sub>	61.29 Ba	373.60 Aa	33.27 BCa	23.95 BCa	14.58 Ca	101.34
Ortalama	35.77	160.83	27.06	17.50	11.24	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.32. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre prolin miktarındaki artış yüzdeleri

Çizelge 4.22'de 2016 yılı prolin analiz değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Farold 40 dışındaki diğer anaçlarda uygulamalar arasında fark oluşmuştur. Yine tüm uygulamalarda anaçlar arasında farklılıklar meydana gelmiştir. En yüksek değeri S<sub>0</sub> uygulamasında çöğür anacı ( $62.34 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) alırken, S<sub>1</sub> uygulamasında Çöğür ( $78.64 \mu\text{mol g}^{-1}$ ), BA 29 ( $80.76$ ) ve Fox 11 ( $80.34 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) anaçları almıştır. S<sub>2</sub> uygulamasında ise Çöğür ( $229.00 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) ve BA 29 ( $220.94 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) anaçları ilk sırada yer almıştır. En düşük prolin değerleri tüm uygulamalarda Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Şekil 4.33'de yer alan grafik incelendiğinde, 2015 yılında olduğu gibi 2016 yılında da BA 29

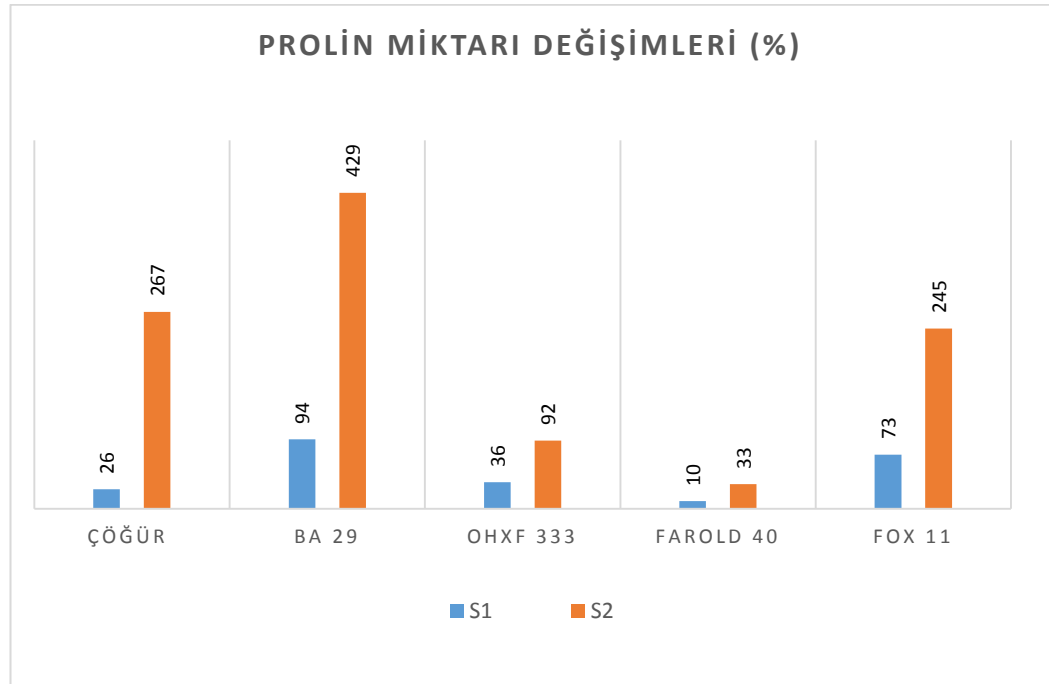


anacındaki prolin artışı en yüksek oranda bulunmuştur. Kontrole göre S<sub>1</sub> uygulamasında % 94, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 429 oranında bir artış tespit edilmiştir. Fox 11 (% 245) ve çöğür anaçlarının (% 267) özellikle S<sub>2</sub> uygulamasında prolin oranlarını önemli derecede artırdıkları görülmektedir. Old Home x Farmingdale melezi olan Farold 40 ve OHxF 333 anaçlarındaki prolin artışı ise diğer anaçlara göre daha az bulunmuştur.

Çizelge 4.22. 2016 yılı su stresi uygulamalarının prolin ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	62.34 Ab	41.56 Bb	40.08 Bb	29.87 Ba	46.40 ABb	44.05
S <sub>1</sub>	78.64 Ab	80.76 Aa	54.44 Bb	32.90 Ba	80.34 Aab	65.52
S <sub>2</sub>	229.00 Aa	220.94 Aa	77.11 Ba	39.82 Ba	159.94 ABa	149.97
Ortalama	113.66	131.75	57.21	34.20	95.72	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.33. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre prolin miktarındaki artış yüzdeleri

Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevi yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir

(Bian vd., 1988; Tıprıdamaz ve akırlar, 1990; Bayat vd., 2012). Bitkilerin, kuraklığa ve diğer abiyotik streslere karşı en önemli tepkilerinden birisi de farklı tipteki ozmotik koruyucuları büyük oranda biriktirmeleridir (Tıprıdamaz ve akırlar, 1990). alışmalar sonucunda prolin sentezlenmesi ile strese tolerans arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ashraf ve Foolad, 2007). Bizim alışmamızda kullanılan anaçlarda da stres sonucunda prolin miktarında artışlar gözlenmiştir. Özellikle BA 29 anacında prolin değerleri oldukça yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. Bu anacın stresten en az etkilenen anaç olarak karşımıza çıkmasının prolin değerlerindeki artışla da ilgisi olduğu dūřünölmektedir. Benzer şekilde Babalık vd. (2015), in vitro şartlarda Kober 5 BB Amerikan asma anacı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, kuraklık stresi ile birlikte prolin miktarında artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Yine Bolat vd. (2014) M9 elma ve MA Quince anaçlarında; Alizadeh vd. (2011), elmada; Garcia-Sanchez vd. (2007), turunçgillerde; Arndt vd. (2001), hūnnapta; Nayer ve Heidari (2008), mısırdada; Bertamini vd. (2006), asmada; Karimi vd. (2012) bademde; Rostami ve Rahami (2013), incirde yaptıkları çalışmalarda da prolin miktarının stresle birlikte arttığı tespit edilmiştir.

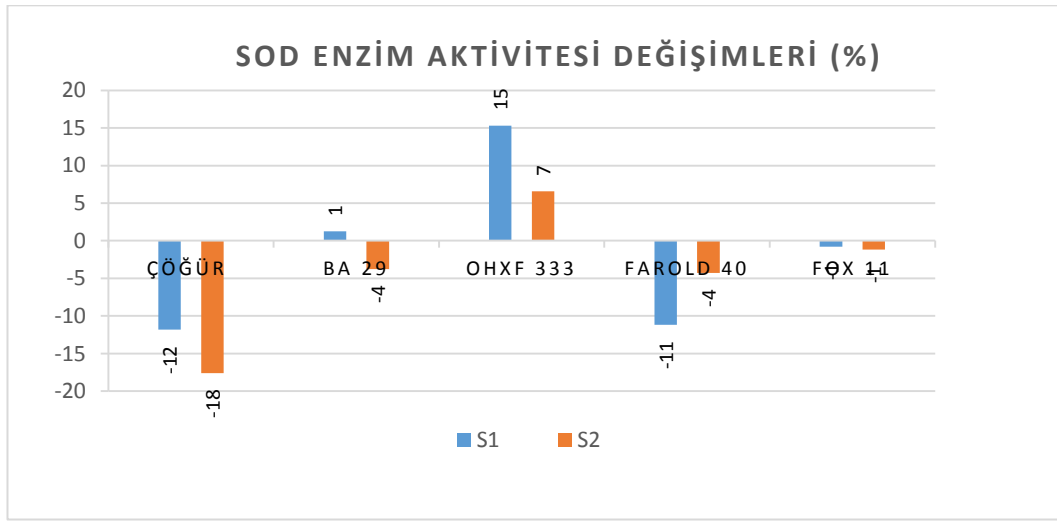
#### **4.12. Su Stresinin Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri**

SOD enzim aktivitesi, uygulanan su miktarının azalması ile birlikte bazı anaçlarda artarken bazılarında ise azalmıştır. 2015 yılına ait SOD analiz sonuçları için yapılan varyans analizinde ana\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur. En yüksek SOD değerleri çöğür anacında en düşük değerler ise OHxF 333 anacında tespit edilmiştir. şekil 4.34'de verilen grafik incelendiğinde, S<sub>2</sub> uygulamasında OHxF 333 (% 7) hariç tüm anaçlarda SOD aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalma Farold 40, BA 29 ve Fox 11 anaçlarında % 1-4 arasında değişirken, çöğür anacında % 12 oranında bulunmuştur. S<sub>1</sub> uygulamasında ise OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında ise sırasıyla % 15 ve % 1 oranında artış tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. 2015 yılı su stresi uygulamalarının SOD enzim aktivitesi (U/mg) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	3.30	2.40	1.83	2.33	2.56	2.48
S <sub>1</sub>	2.91	2.43	2.11	2.07	2.53	2.41
S <sub>2</sub>	2.72	2.31	1.95	2.23	2.53	2.35
Ortalama	2.97 A	2.38 BC	1.97 D	2.21 C	2.54 B	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.34. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre SOD aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

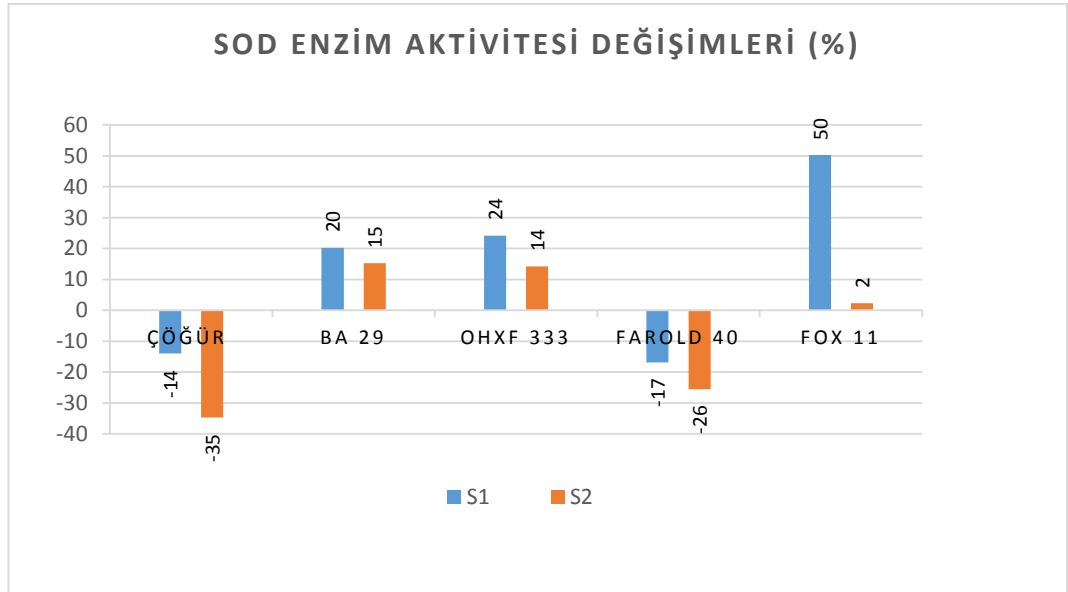
2016 yılına ait SOD enzim analizleri sonuçları için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 4.24. incelendiğinde tüm anaçlarda uygulamalar arasında istatistiki olarak fark olduğu ve en yüksek değerlerin çöğür ve Farold 40 anacında S<sub>0</sub> uygulamasında, diğer anaçlarda ise S<sub>1</sub> uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Anaçlar dikkate alındığında S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamasında çöğür anacının 3.57 U/mg ve 3.07 U/mg ile en fazla SOD içeriğine sahip anaç olduğu görülmektedir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise herhangi bir farklılık saptanmamıştır (p<0.05). SOD enzim aktivitesinin kontrol uygulamasına göre değişimleri incelendiğinde çöğür ve Farold 40 anaçlarında düşüş olduğu görülmüştür. Diğer anaçlarda ise bir artış söz konusudur. Özellikle S<sub>1</sub> uygulamasındaki artış S<sub>2</sub> uygulamasına göre daha fazladır. Bu uygulamada en büyük artış % 50 ile Fox 11 anacında meydana gelmiştir. BA 29 (% 20) ve OHxF 333 (% 24) anaçları bu anacı

takip etmişlerdir. Çögür ve Farold 40 anaçlarındaki SOD aktivitesi kayıpları ise birbirine çok yakın bulunmuş olup S<sub>1</sub> uygulamasında % 14-17, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 26-35 arasında değişmiştir (Şekil 4.35).

Çizelge 4.24. 2016 yılı su stresi uygulamalarının SOD enzim aktivitesi (U/mg) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çögür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	3.57 Aa	2.23 Cb	2.20 Cc	2.85 Ba	2.15 Cb	2.60
S <sub>1</sub>	3.07 ABb	2.68 Ca	2.72 BCa	2.37 Cb	3.23 Aa	2.81
S <sub>2</sub>	2.33 ABc	2.57 Aa	2.50 ABb	2.13 ABb	2.10 Bb	2.27
Ortalama	2.99	2.91	2.48	2.45	2.50	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.35. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre SOD aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

SOD, aerobik organizmalarda bulunan ve reaktif oksijen türlerine karşı hücrel savunma mekanizmalarında önemli bir rol oynayan bir enzimdir (de Azevedo Neto vd., 2006 ). Bu enzimlerin bitkilerdeki çalışma durumları tür ve çeşide göre değişir, bu da o bitkinin stres koşullarına dayanımı üzerinde oldukça etkilidir. Bazı sebze tür

ve genotiplerinde yapılan çalışmalar SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerini stres koşullarında artıran bitkilerin, daha az artıranlara oranla daha iyi bir dayanıklılığa sahip olduğunu ve antioksidant enzim aktivitelerinin strese hassas ve dayanıklı bitkilerin belirlenmesinde kullanılabilir bir kriter olabileceğini ortaya koymuşlardır (Kuşvuran vd., 2012). ROS üretimi ile antioksidan enzim aktiviteleri arasındaki denge, oksidatif sinyalizasyon veya hasar oluşup oluşmayacağını belirlemede rol oynar (Moller vd., 2007). Kuraklığın başlangıcında SOD aktivitesinin artması bitkiyi, oksidatif hasardan korur. Ancak kuraklık süresi ve şiddetinin artması sonucu SOD aktivitesi azalmaktadır (Fu ve Huang, 2001). Farklı çalışmalarda, kloroplastik SOD'un fazla üretilmesi ile ilişkili stres toleransının arttığı bildirilmiştir (Arisi vd., 1998; Foyer, 2002). Buna benzer olarak İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında, Sivritepe vd. (2008), Gisela 5 kiraz anacında ve Babalık vd. (2015), Kober 5 BB asma anacında in vitro koşullarda yapmış oldukları çalışmalarda kuraklık stresi ile birlikte SOD enzim aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da iki yıla ait sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde çöğür ve Farold 40 anacı dışındaki anaçlarda stresle birlikte SOD enzim aktivitesi de artmıştır. Fakat daha şiddetli olan S<sub>2</sub> uygulamasında bu artış azalmıştır. Özellikle su stresine toleranslı bulduğumuz BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında iki yıla ait sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde diğer anaçlara nazaran daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Li vd. (2008), 4 farklı *Pyrus* türünde (*P.betulaefolia*, *P.pyrifolia*, *P.pashia* ve *P.pseudopashia*) yaptıkları çalışmada, şiddetli kuraklık stresi ile birlikte *P.pyrifolia*'da süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin azaldığını, diğer üç türde ise hafif stresle birlikte arttığını, orta ve şiddetli kuraklık neticesinde ise azaldığını ortaya koymuşlardır. Yine Liu vd. (2012) ve Yang vd. (2009), elmada; Rahman vd. (2002), domateste; Reddy vd. (2004), dutta; Quan vd. (2015), yoncada yapmış oldukları çalışmalarda kuraklıkla birlikte SOD enzim aktivitesinin de arttığını ortaya koymuşlardır.

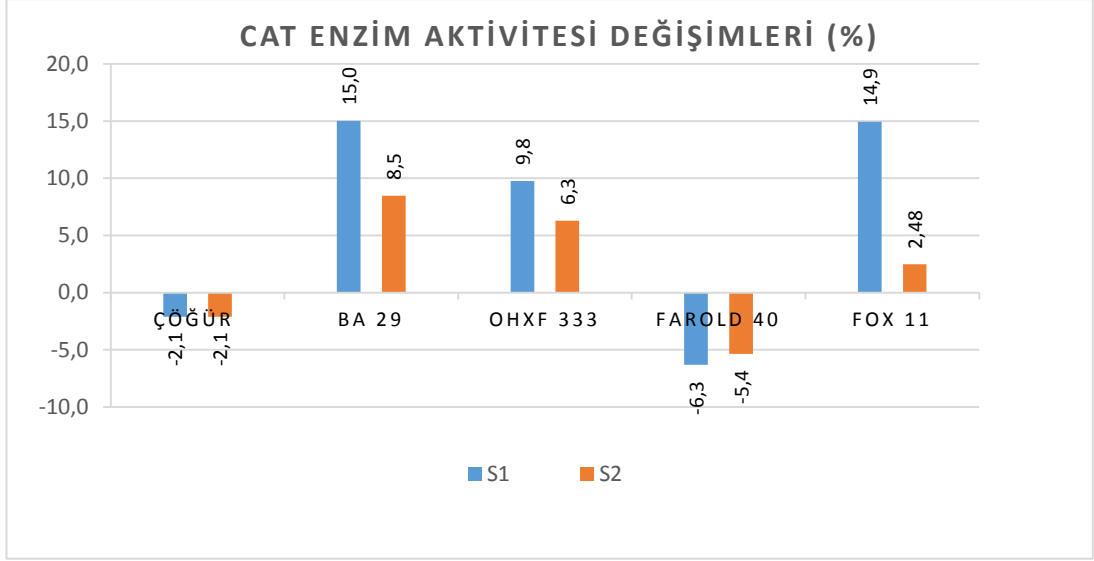
#### 4.13. Su Stresinin Katalaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

Çalışmanın yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarında su stresinin artması ile birlikte çöğür ve Farold 40 anaçlarında CAT enzim aktivitesinde düşüş gözlenirken, diğer anaçlarda ise artış meydana gelmiştir. 2015 yılına ait CAT enzim analiz sonuçları için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur. Çizelge 4.25' de görüldüğü gibi OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçları en fazla CAT enzim içeriğine S<sub>1</sub> uygulamasında sahip olmuşlardır. Diğer anaçlarda ise uygulamalar arasında bir fark belirlenmemiştir (p<0.05). Tüm uygulamalarda anaçların farklı değerler aldığı ve en fazla CAT enzim içeriğinin S<sub>0</sub> uygulamasında çöğür anacında (51.96 U/mg), S<sub>1</sub> uygulamasında çöğür (50.87 U/mg) ve Fox 11 (49.93 U/mg) anacında, S<sub>2</sub> uygulamasında ise çöğür (50.87 U/mg) anacında meydana geldiği saptanmıştır. Şekil 4.36. incelendiğinde, CAT enzim aktivitesinin S<sub>1</sub> uygulamasında daha fazla arttığı görülmektedir. Bu uygulamada kontrole göre en büyük artış % 15 ile BA 29 anacında meydana gelmiştir. Fox 11 anacı % 14,9 ile BA 29 anacını takip etmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise yine BA 29 anacı % 8.5 ile en fazla artış gösteren anaç olmuştur. Su stresi uygulamaları ile birlikte en fazla enzim aktivitesi düşüşü Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Bu anaçta kontrol uygulamasına göre sırasıyla % -6.3 ve % -5.4 oranında düşüş meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25. 2015 yılı su stresi uygulamalarının CAT enzim aktivitesi (U/mg) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	51.96 Aa	33.56 Dc	39.78 Cb	45.29 Ba	43.48 Bb	42.81
S <sub>1</sub>	50.87 Aa	38.6 Ca	43.66 Ba	42.43 Ba	49.93 Aa	45.10
S <sub>2</sub>	50.87 Aa	36.4 Cb	42.28 Bab	42.86 Ba	44.56 Bb	43.61
Ortalama	51.59	36.19	41.90	43.53	45.99	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



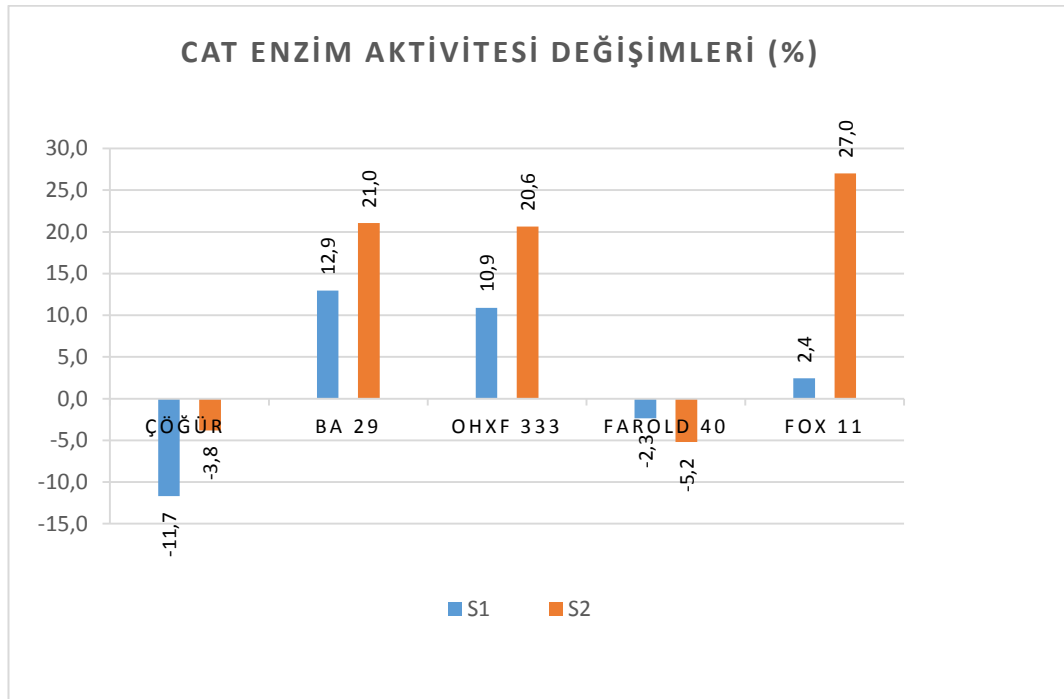
Şekil 4.36. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre CAT aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

2016 yılı analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Sonuçlar için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu Farold 40 dışındaki anaçlarda uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Fox 11, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında en yüksek değerler S<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Anaçlar arasında S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> uygulamasında en yüksek değerler çöğür anacında S<sub>2</sub> uygulamasında ise çöğür (54.68 U/mg) ve Fox 11 (56.16 U/mg) anaçlarında elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre stres uygulamalarının değişim yüzdeleri Şekil 4.37'de verilmiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında en fazla enzim aktivitesi artışı BA 29 anacında (%12.9) bulunmuştur. OHxF 333 anacı % 10.9 ile BA 29 anacını takip etmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında en fazla enzim aktivitesi artışı Fox 11 anacında (% 27) meydana gelirken, bu anacı BA 29 (% 21) ve OHxF 333 (% 20.6) anaçları takip etmiştir. Bir önceki çalışma yılında olduğu gibi bu yılki uygulamada da çöğür ve Farold 40 anacının CAT enzim aktivitesinde düşüş tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. 2016 yılı su stresi uygulamalarının CAT enzim aktivitesi (U/mg) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	56.85 Aa	28.37 Cb	41.03 Bb	45.25 Ba	44.22 Bb	43.14
S <sub>1</sub>	50.2 Ab	32.04 Cab	45.50 Bab	44.19 Ba	45.59 Bb	43.24
S <sub>2</sub>	54.68 Aab	34.34 Da	49.50 Ba	42.89 Ca	56.16 Aa	47.27
Ortalama	53.91	31.58	45.34	44.10	48.66	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.37. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre CAT aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

Stres koşullarında bitkilerde oluşan ve protein membran lipitleri, nükleik asitler ve klorofil gibi hücre bileşenlerine zarar veren ROS' u zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan enzimlerin bitkilerdeki aktivitesindeki artış strese dayanımı da artırır (Kuşvuran, 2012). CAT stres altındaki bitkilerde oluşan zararlı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in H<sub>2</sub>O ve O<sub>2</sub>'ya dönüşümünü sağlayarak hücreleri strese karşı koruyan önemli bir enzimatik antioksidandır (Chaudiere ve Ferrari-Iliou, 1999; Jaleel, 2009; Büyük vd., 2012). Bunu destekler şekilde Kabay ve Şensoy (2016), ikisi kuraklığa tolerans ve ikisi hassas



olan fasulye genotiplerinde yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin ilerleyen aşamalarında antioksidatif enzim olan CAT, SOD ve APX içeriklerinin tolerant olan genotiplerde, hassas genotiplere nazaran belirgin bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

CAT enzimini stres üzerindeki engelleyici etkisi ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Bolat vd. (2014), M9 elma anacı ile MA Quince anaçlarında, Quan vd. (2015), yoncada; Yang vd. (2009) ve Liu vd. (2012), elmada; İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında; Babalık vd. (2015), Kobber 5 BB asma anacında ve Sivritepe vd. (2008), Gisela 5 kiraz anacında yapmış oldukları çalışmalarda CAT enzim aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da BA 29, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında CAT enzim aktivitesinin stres uygulamaları ile arttığı, diğer anaçlarda ise azaldığı ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda toleranslı bulduğumuz ve stresten kaynaklanan zararlanmaların daha az olduğu anaçlarda CAT aktivitesinin yüksek olmasının dayanımı artırdığı düşüncesindeyiz.

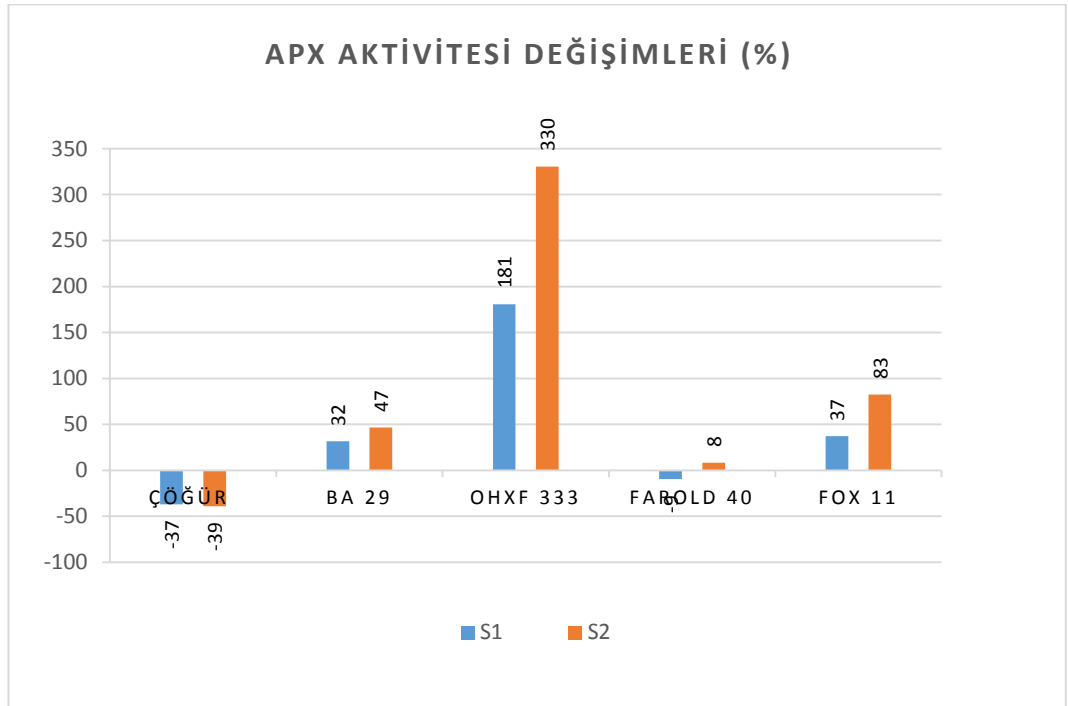
#### **4.14. Su Stresinin Askorbat Peroksidaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri**

APX enzim aktivitesi iki çalışma yılında da çöğür dışındaki tüm anaçlarda uygulanan su miktarının azalması ile birlikte artmıştır. Sonuçlara uygulanan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksiyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 2015 yılına ait sonuçların verildiği Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi tüm anaçlarda uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark oluşmuştur ( $p<0.05$ ). Çöğür anacı haricinde tüm anaçlarda en yüksek değerler  $S_2$  uygulamasında elde edilmiştir. Anaçlar arasında ise çöğür anacı  $S_0$ ; OHxF 333 anacı ise  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamasında en yüksek değerleri vermişlerdir. Fox 11 tüm uygulamalarda en düşük değerini meydana geldiği anaç olmuştur. Şekil. 4.38. incelendiğinde OHxF 333 anacının kontrol uygulamasına göre APX enzim aktivitesini en çok artıran anaç olduğu,  $S_1$  uygulamasında % 181,  $S_2$  uygulamasında ise % 330'lük bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Çöğür anacının hem  $S_1$  (% 37) hem de  $S_2$  (% 39) uygulamasında su stresi ile birlikte APX enzim aktivitesini düşürdüğü belirlenmiştir. Yine Farold 40 anacında da  $S_1$  uygulamasında % 9 oranında bir düşüş meydana gelmiştir.

Çizelge 4.27. 2015 yılı su stresi uygulamalarının APX enzim aktivitesi (mol/dak /g) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	17.13 Aa	5.29 Cb	4.28 Cc	10.79 Bab	2.40 Db	7.98
S <sub>1</sub>	10.82 ABb	6.96 Cab	12.02 Ab	9.78 Bb	3.29 Da	8.57
S <sub>2</sub>	10.45 Bb	7.76 Ca	18.42 Aa	11.68 Ba	4.38 Da	10.54
Ortalama	12.80	6.67	11.57	10.75	3.35	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.38. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre APX aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

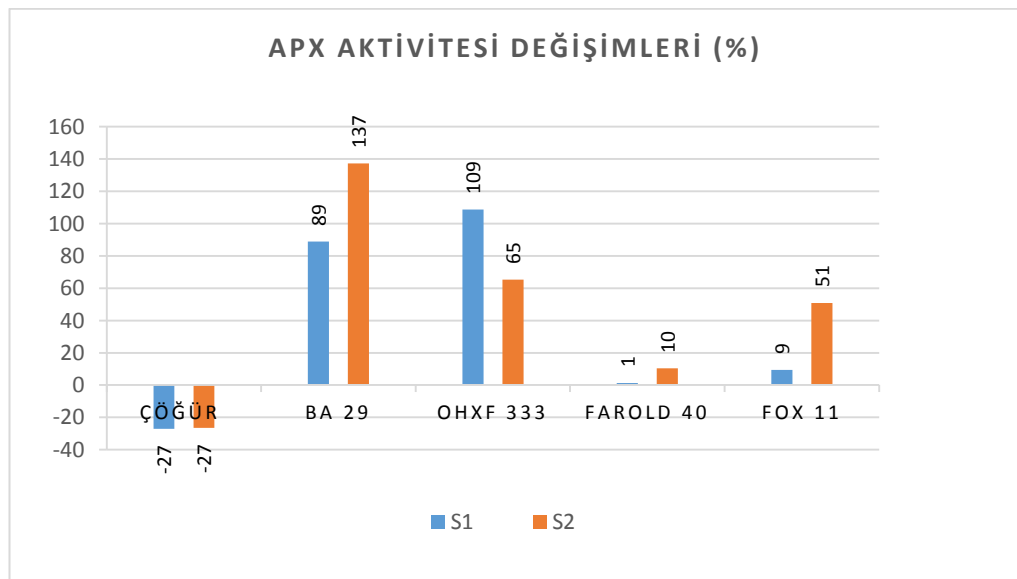
2016 yılına ait sonuçların yer aldığı Çizelge 4.28. incelendiğinde, önceki çalışma yılında olduğu gibi çöğür anacı haricindeki anaçlarda APX enzim aktivitesinin verilen su miktarının azalması ile birlikte arttığı görülmektedir. Yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. Farold 40 dışındaki tüm

anaçlarda uygulamalar arasında fark meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ). Çöğür anacında en yüksek değer  $S_0$  uygulamasında elde edilirken fark gözlenen diğer anaçlarda ise  $S_2$  uygulamasında elde edilmiştir. Uygulamalarda anaçların durumları dikkate alındığında  $S_0$  uygulamasında çöğür,  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamasında ise çöğür ve Farold 40 anacı ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre stres uygulamalarının değişim yüzdeleri Şekil 4.39'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde  $S_1$  uygulamasında en büyük artışın OHxF 333 (% 109) anacında,  $S_2$  uygulamasında ise BA 29 anacında (% 137) meydana geldiği görülmektedir. APX enzim aktivitesindeki en az artış ise her iki uygulamada da sırasıyla % 1 ve % 10 ile Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Çöğür anacında ise APX enzim aktivitesi % 27 oranında azalmıştır.

Çizelge 4.28. 2016 yılı su stresi uygulamalarının APX enzim aktivitesi (mol/dak/g) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
$S_0$	15.01 Aa	2.71 Dc	2.97 Db	9.75 Ba	5.33 Cb	7.15
$S_1$	10.94 Ab	5.12 Bb	6.20 Ba	9.88 Aa	5.83 Bb	7.59
$S_2$	11.03 Ab	6.43 Ca	4.91 Dab	10.76 Aa	8.04 Ba	8.23
Ortalama	12.33	4.75	4.70	10.13	6.40	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.39. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre APX aktivitesindeki artış ve azalış yüzdeleri

APX, yüksek bitkiler başta olmak üzere birçok organizmada ROS'un savunmasında önemli role sahiptir (Büyük vd., 2012). Bitki hücrelerinin sitoplazma ve kloroplastlarında fazla miktarda bulunan APX, hidrojen peroksitin enzimatik olarak ortadan kaldırmasında indirgeyici olarak görev alır (Buckland vd., 1991; Bashor vd., 1999). Diğer antioksidan enzimlerde olduğu APX enzim aktivitesinin artışı da bitkilerin strese dayanımında önemli rol oynamaktadır. Çalışmamıza ait APX aktivitesi değerleri incelendiğinde her iki yılda da verilen suyun azalması ile çöğür anacında düşüş gözlenirken diğer anaçlarda artmıştır. Diğer enzim aktivitelerinde olduğu gibi APX aktivitesinde de düşüş gözlenen çöğür anacının bu nedenden dolayı stresten daha fazla etkilendiği kanaati oluşmuştur. Strese toleranslı olarak belirlediğimiz BA 29 ve OHXF 333 anaçlarında ise antioksidan enzimlerin arttığı ve strese toleransta rol oynadığı görülmektedir. Çalışmamızı destekler şekilde Wang vd. (2012), tarafından elma anaçlarında yapılan kuraklık stresi çalışmasında da kuraklığa daha dayanıklı olan *M. prunifolia* anacında *M. hupehensis*'e göre daha fazla APX, GR ve DHAR aktivitesinin meydana geldiğini bildirilmiştir.

Kabay ve Şensoy (2016), fasulyede; Kıran vd. (2015), domates, patlıcan ve kavunda; İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında, Liu vd. (2012), elmada, Zonouri vd., (2014), asmada; Babalık vd. (2015), Kobber 5 BB asma anacında; Sivritepe vd. (2008), Gisela 5 kiraz anacında yapmış oldukları çalışmalarda APX enzim aktivitesinin kuraklıkla birlikte arttığını saptamışlardır.

#### **4.15. Su Stresinin Azot Miktarı Üzerine Etkileri**

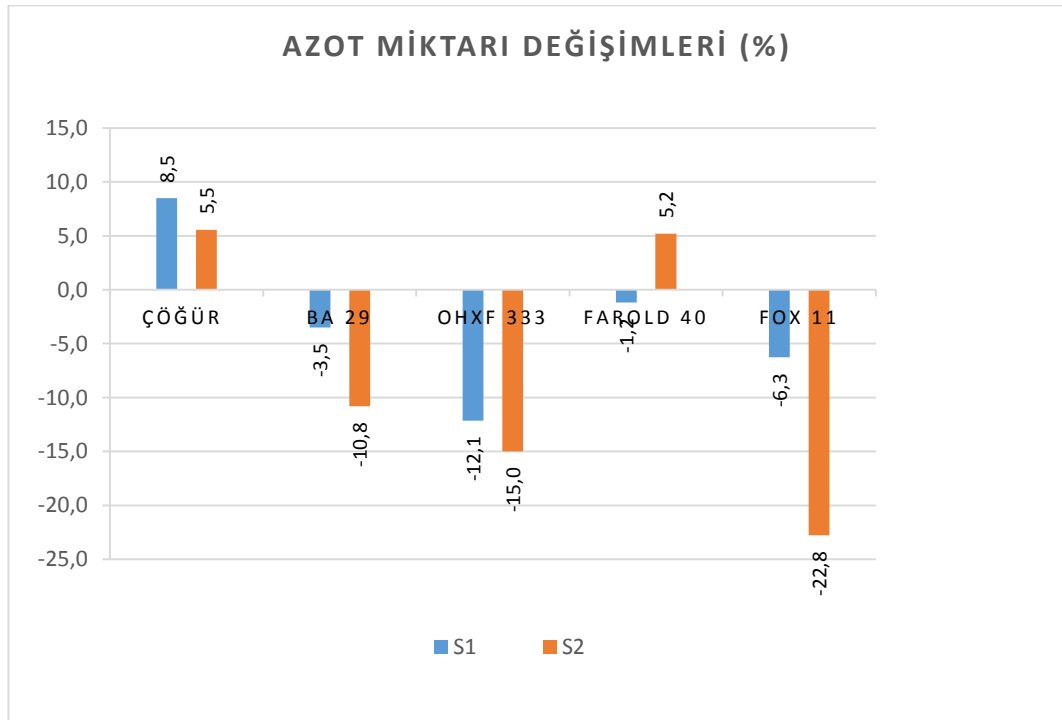
2015 yılına ait N değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Değerlerin varyans analizleri sonucunda anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p < 0.05$ ). Uygulamalar dikkate alındığında BA 29 ve Fox 11 anacında en yüksek değerlerin sırasıyla 3.42 ve 3.03 ile  $S_0$  uygulamasında elde edildiği diğer anaçlarda ise uygulamalar arasında fark oluşmadığı belirlenmiştir. Anaçlar arasında en yüksek N içeriği  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamasında BA 29;  $S_2$  uygulamasında ise BA 29 ve çöğür anacında belirlenmiştir. Şekil 4.40'da yer alan grafik incelendiğinde çöğür anacında  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamasında; Farold 40 anacında ise sadece  $S_2$  uygulamasında N miktarının kontrole

göre arttığı, diğer anaçlarda ise azaldığı görülmektedir. Çöğür anacında N oranı sırasıyla % 5.5 ve % 8.5 oranında artarken, Farold 40 anacında S<sub>2</sub> uygulamasında % 5.2 artış göstermiştir. En fazla N kaybının S<sub>1</sub> uygulamasında % 12.1 ile OHxF 333 anacında, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 22.8 ile Fox 11 anacında meydana geldiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. 2015 yılı su stresi uygulamalarının N (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	2.71 BCa	3.42 Aa	2.8 BCa	2.51 Ca	3.03 Ba	2.89
S <sub>1</sub>	2.94 Ba	3.3 Aab	2.46 Ca	2.48 Ca	2.84 Bb	2.81
S <sub>2</sub>	2.86 Aa	3.05 Ab	2.38 Ba	2.64 ABa	2.34 Bc	2.65
Ortalama	2.84	3.25	2.55	2.54	2.73	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



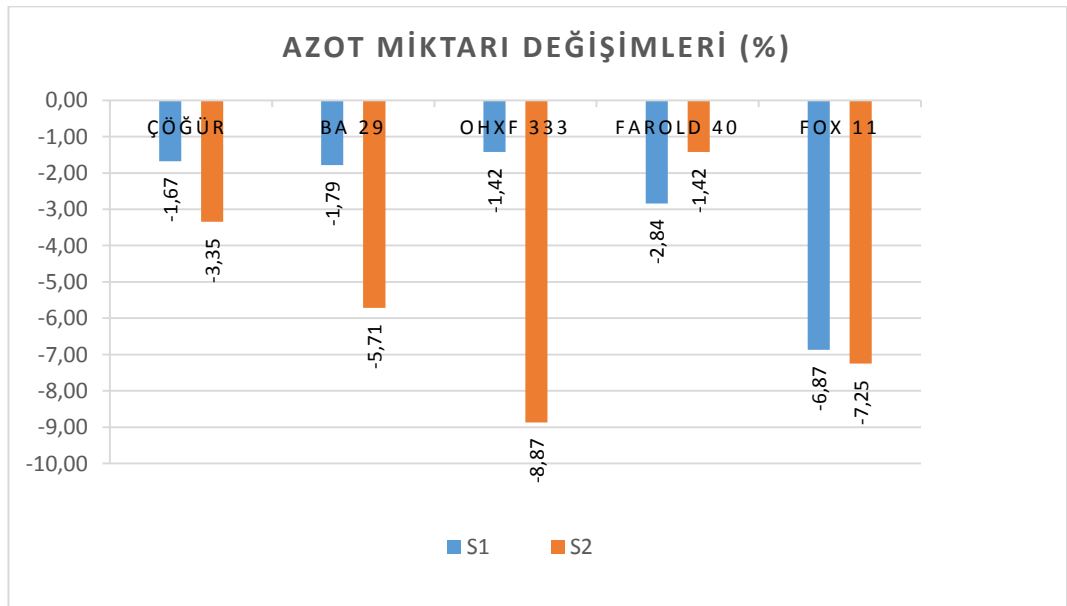
Şekil 4.40. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre azot miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Çizelge 4.30 'da 2016 yılına ait N değerleri verilmiştir. Sonuçların varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bununla birlikte tüm anaçlarda su stresinin artması ile birlikte N miktarında düşüş meydana geldiği ve BA 29, OHxF 333 ve Farold 40 anaçlarının azot içeriklerinin diğer anaçlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kontrole göre en fazla N kaybının S<sub>1</sub> uygulaması için % 6.87 ile Fox 11 anacında, S<sub>2</sub> uygulaması için ise % 8.87 ile OHxF 333 anacında meydana geldiği belirlenmiştir. En az N kaybı ise S<sub>1</sub> uygulaması için % 1.42 ile OHxF 333 anacında, S<sub>2</sub> uygulaması için ise % 1.42 ile Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır (Şekil 4.41).

Çizelge 4.30. 2016 yılı su stresi uygulamalarının N (%) miktarı üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	2.39	2.80	2.82	2.82	2.62	2.68
S <sub>1</sub>	2.35	2.75	2.78	2.74	2.44	2.67
S <sub>2</sub>	2.31	2.64	2.57	2.78	2.43	2.69
Ortalama	2.35 B	2.73 A	2.72 A	2.78 A	2.50 B	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.41. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre azot miktarındaki azalış yüzdeleri Yüksek bitkilerde, toprak çözeltisinden köklere mineral besin maddesi taşınımı topraktaki neme bağlıdır (Taiz ve Zeiger, 2006). Kuraklık stresi altında toprak neminde azalmaya bağlı olarak köklerin besin alımı miktarında da bir azalma vardır (Hu vd, 2007). Hem kuraklık hem de tuzluluktaki besin maddesi bozuklukları, besin maddelerinin kullanılabilirliği, taşınması ve bölünmesini etkileyerek bitki büyümesini azaltır. Kuraklık, aynı zamanda besin alımını ve taşınmasını engelleyebilir. Çelişkili raporlar olmasına rağmen kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerde, yeterli besin maddeleri verilse bile bitki büyümesinin olumlu yönde etkilenmediği daha çok kabul görmektedir (Hu ve Schmaidhalter, 2005).

Kuraklıkla birlikte membran geçirgenliği azalır ve aktif taşıma engellenir. Bunun sonucunda transpasyonu azalarak besin maddelerinin alınması ve sürgünlere taşınması azalır (Hu ve Schmaidhalter, 2005; da Silva vd., 2011). Su ve mineraller, kök ortamından alınarak ksilem aracılığıyla bitkinin üst bölümlerine taşınır. Transpasyon hızındaki bir artış, ksilemdeki mineral elementlerin alımını ve taşınmasını artırır (Mengel ve Kirkby, 2001). Kuraklık, ayrıca transpasyonu azaltan stoma kapanmasına da neden olur (Silva vd., 2009).

Su stresi altındaki kökler, kök aktivitesinin eksikliği, yavaş iyon yayılımı ve su hareketi oranları nedeniyle topraktan birçok besleyici madde alamazlar (Dubey and Pessarakli 2002). Toprak, uzun süre kuraklık dönemine girdiğinde N taşınabilirliği kuru toprak tarafından ciddi şekilde sınırlanır. Bu nedenle, bir bitki su eksikliği ile karşı karşıyaysa N eksikliği oluşur (DaMatta vd., 2002).

Pimratch vd, (2008) kuraklığın baklagillerde N fiksasyonunu azalttığını bildirmiştir. Mahieu vd. (2009), tarafından su stresinin bezelyede N birikiminin önemli derecede etkilendiği, bitki büyümesini engellendiği ve kloroza neden olduğu gözlemlenmiştir. Börülcede yapılan bir çalışmada su stresi, nitrat redüktaz aktivitesinde ve köklerde nitrat içeriğinde artışa neden olmuştur (Silveira vd., 2001). Üçgül bitkisinde yapılan bir çalışmada N miktarının % 50.6 azaldığı ifade edilmiştir (DeJong ve Phillips 1982).

Marulda ( Ruiz-Lozano ve Azcon, 1996), kahvede (Da Matta vd., 2002), ve mısırdada (Foyer vd., 1998) yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin N miktarında düşüşe neden

olduğu belirlenmiştir.Çalışmamızda da benzer şekilde kuraklık stresi ile birlikte çalışmanın ilk yılında çöğür ve BA 29 anaçları hariç tüm anaçlarda; 2. yılında ise tüm anaçlarda azot miktarının düştüğü tespit edilmiştir. özellikle % 50 su stresi uygulanan S<sub>2</sub> uygulamasında N azot miktarındaki düşüşün daha fazla olduğu görülmektedir.

#### 4.16. Su Stresinin Bakır Miktarı Üzerine Etkileri

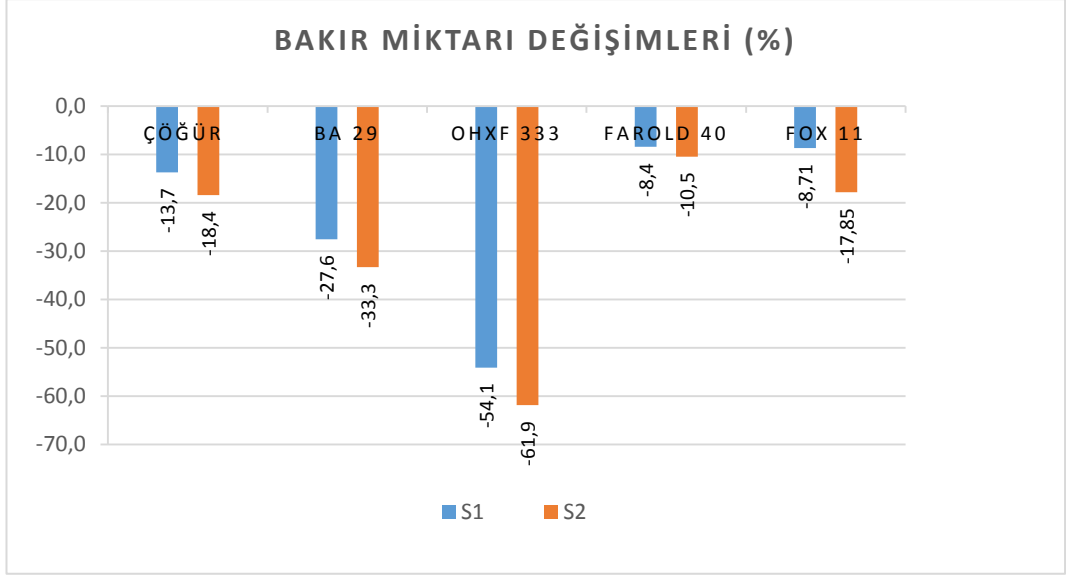
2015 yılına ait bakır analiz sonuçları tüm anaçlarda su stresinin uygulamalarının artması ile yapraklardaki bakır miktarının azaldığını ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4.31). Yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (p<0.05). Anaçlar arasında en fazla Cu miktarı Fox 11 anacında en az ise OHxF 333 anacında belirlenmiştir. Şekil 4.42'de yer alan grafik incelendiğinde, kontrole göre bakır içeriğindeki en fazla azalış her iki sulama uygulamasında da OHxF 333 anacında (% 54.1 ve % 61.9) ortaya çıkmıştır. En az azalış ise yine iki uygulamada da Farold 40 anacında (% 8.4 ve % 10.5) belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Cu (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	7.59	8.92	3.75	4.86	9.41	6.57 A
S <sub>1</sub>	6.55	6.46	1.72	4.45	8.59	5.35 B
S <sub>2</sub>	6.19	5.95	1.43	4.35	7.73	5.47 B
Ortalama	6.78 B	7.11 B	2.30 D	4.22 C	8.58 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).





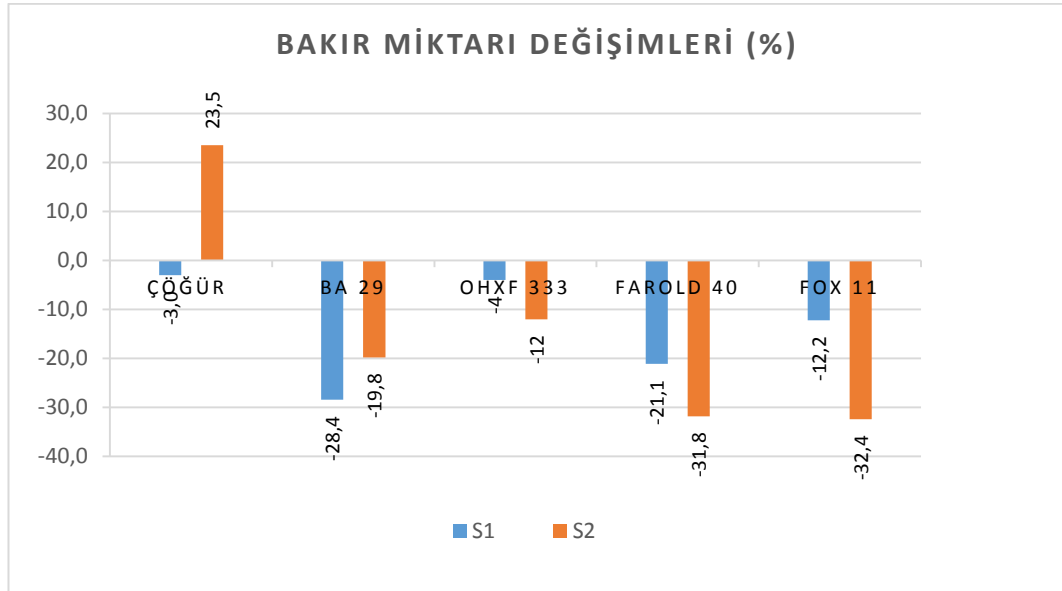
Şekil 4.42. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre bakır miktarındaki azalış yüzdeleri

Çizelge 4.32' de 2016 yılına ait bakır analiz sonuçları verilmiştir. Değerlere ait varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Fox 11 anacında tüm su düzeyleri farklı etkilerde bulunmuş ve su kısıtlamasının artması ile Cu içeriğinin de düştüğü tespit edilmiştir. Buna göre  $S_0$  uygulamasında 4.10 ppm olan Cu miktarının,  $S_1$  uygulamasında 3.60 ppm ve  $S_2$  uygulamasında 2.77 ppm olduğu saptanmıştır. Çöğür (3.83 ppm)  $S_2$  uygulamasında en fazla Cu bakır içeren anaç olurken BA 29 tüm uygulamalarda en az değeri alan anaç olarak belirlenmiştir. Kontrole göre değişim yüzdeleri incelendiğinde  $S_2$  uygulamasında çöğür anacının kontrole göre bakır miktarını arttırdığı görülmektedir (Şekil 4.43). Diğer anaçlarda ise bir önceki deneme yılında olduğu gibi yine kontrole göre bakır oranında azalmalar tespit edilmiştir.  $S_1$  uygulamasında en fazla azalmanın görüldüğü anaçlar BA 29 (% 28.4) ve Farold 40 (% 21.1) anaçları olurken,  $S_2$  uygulamasında ise Fox 11 (% 32.4) ve Farold 40 (% 31.8) anaçları olmuştur. Her iki uygulamada da en az azalma OHxF 333 ve çöğür analarında oluşmuştur.

Çizelge 4.32. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Cu (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	3.10 Aba	2.78 Ba	3,62 Aba	3.55 ABa	4.10 Aa	3.43
S <sub>1</sub>	3.00 ABa	1.99 Ba	3.45 Aa	2.80 ABa	3.60 Ab	2.97
S <sub>2</sub>	3.83 Aa	2.23 Da	3.17 Ba	2.42 CDa	2.77 BCc	2.88
Ortalama	3.31	2.33	3.41	2.93	3.49	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.43. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre bakır miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Bitkilerde, bakır, süperoksit dismutaz, amino oksidaz, lakkaz, plastosiyanın ve polifenol oksidaz gibi düzenleyici proteinlerde ve birçok enzimin kofaktörü olarak önemli bir rol oynamaktadır. Fotosentezde elektron taşınması, mitokondriyal solunum gibi faaliyetlerin yanı sıra hücre duvarı metabolizması, protein transkripsiyonu hormonal sinyalleme gibi oksidatif strese verilen cevaplarda rol alır (Clemens, 2001).

İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarını kullanarak in vitro şartlarda yapmış oldukları çalışmada su stresinin bakır içeriğinde düşüşe neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda sadece 2. yılda çöğür anacında Cu miktarının arttığı diğer

anaçlarda ise azaldığı tespit edilmiştir. Kurak bölgelerde mikro besin yetersizlikleri çok yaygındır fakat kuraklığın Cu alımı ve dağılımı üzerine olan etkileri hakkında güncel bilgi mevcut değildir (Hu ve Schmidhalter 2005). Bu yüzden Cu'nun kuraklıkla ilişkisi hakkında çıkarım yapmak mümkün olmamıştır.

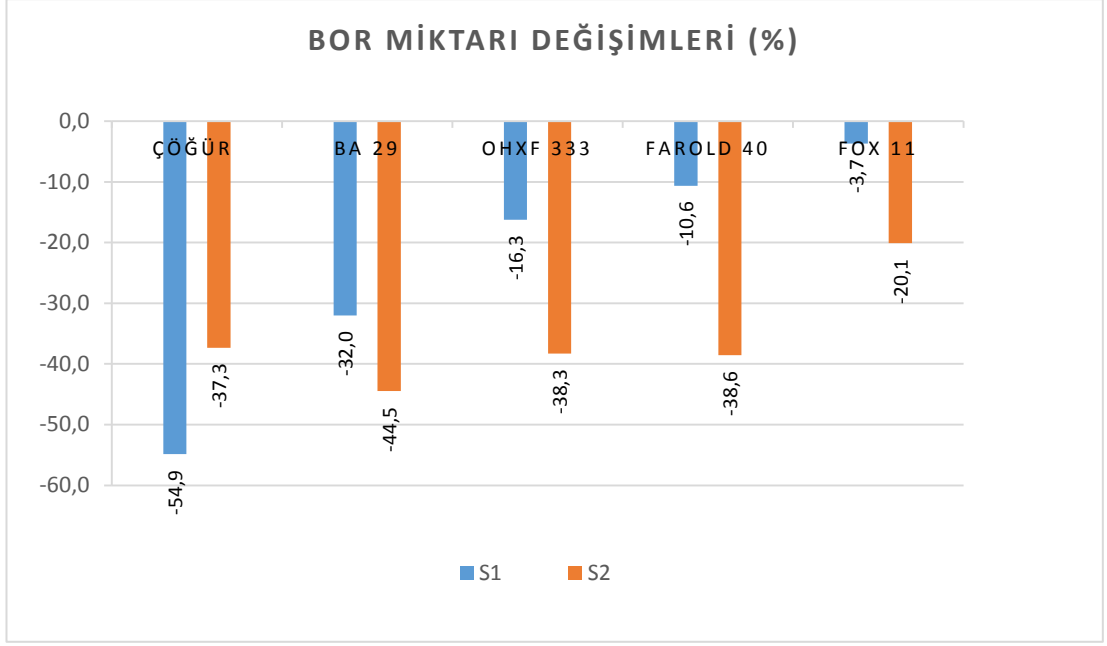
#### 4.17. Su Stresinin Bor Miktarı Üzerine Etkileri

2015 yılına ait bor analiz sonuçları Çizelge 4.33'de verilmiştir. Sonuçlara ait varyans analizine göre anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çizelge incelendiğinde tüm anaçlarda bor değerlerinin stresle birlikte düştüğü görülmektedir. B içeriği en fazla olan anaç Farold 40 ve BA 29, en az olan anaç ise OHxF 333 ve çöğür anaçları olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.44'de yer alan kontrol uygulamasına göre değişim yüzdelerinin verildiği grafikte de görüldüğü gibi S<sub>1</sub> uygulamasında en fazla bor kaybı % 54.9 ile çöğür anacında elde edilmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise BA 29 anacında % 44.5 oranında bir kayıp oluşmuştur. Su stresi uygulamalarında en az kayıp BA 29 anacında (% 3.7 ve % 20.1) meydana gelmiştir.

Çizelge 4.33. 2015 yılı su stresi uygulamalarının B (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	14.36	22.54	12.49	22.67	14.71	17.35 A
S <sub>1</sub>	6.48	15.32	10.46	20.26	14.17	12.81 B
S <sub>2</sub>	9.00	12.52	7.71	13.93	11.75	10.98 B
Ortalama	9.95 C	16.80 A	10.22 C	18.07 A	13.55 B	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p<0.05$ ).



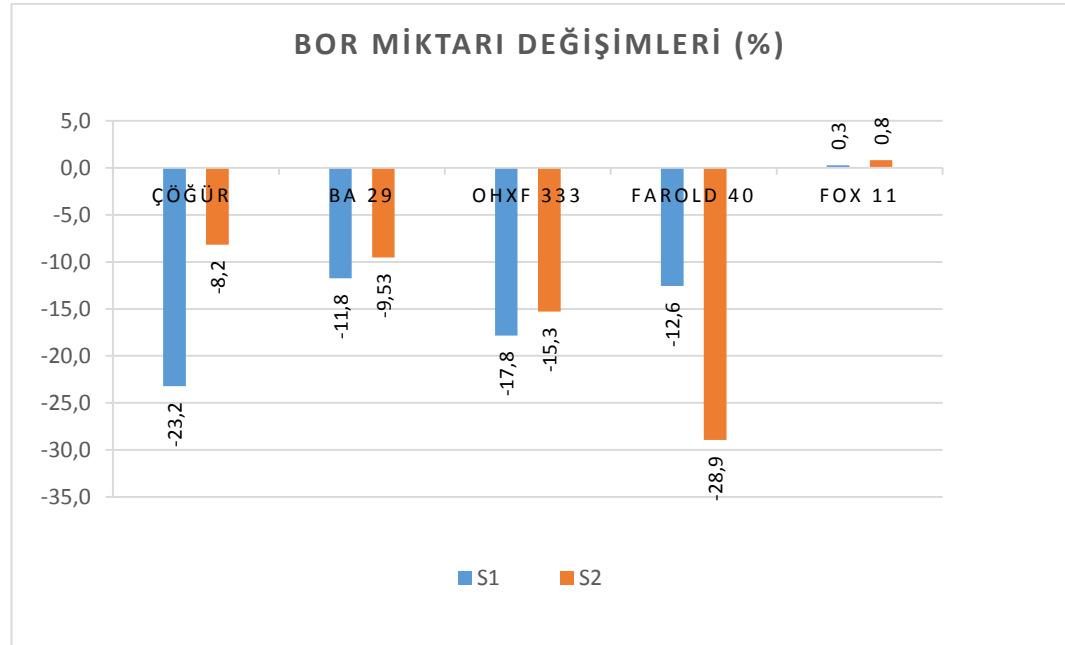
Şekil 4.44. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre bor miktarındaki azalış yüzdeleri

Çizelge 4.34'de 2016 yılına ait bor analiz değerlerine göre anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). OHxF 333 ve Farold 40 anaçlarında stres uygulaması ile birlikte B içeriğinin düştüğü fakat diğer anaçlarda ise istatistik olarak önemli bir farkın oluşmadığı saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Anaçlar dikkate alındığında  $S_0$  ve  $S_1$  uygulamasında en fazla değer Farold 40 anacında  $S_2$  uygulamasında ise Farold 40 ve Fox 11 anacında tespit edildiği görülmektedir. En az B içeriği  $S_0$  uygulamasında çöğür ve BA 29 anacında,  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamasında ise çöğür anacında saptanmıştır. Şekil 4.45'de verilen grafikte de görüldüğü gibi Fox 11 anacında kontrole göre bor miktarında küçük de olsa bir artışın oluştuğu, diğer anaçlarda ise 2015 yılında olduğu gibi yine düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir. Çöğür anacı % 23.2 ile  $S_1$  uygulamasında en fazla düşüş gözlenen anaçtır.  $S_2$  uygulamasında ise Farold 40 (% 28.9) bor miktarında en fazla azalmanın yaşandığı anaç olmuştur.

Çizelge 4.34. 2016 yılı su stresi uygulamalarının B (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çögür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	12.02 Ca	14.38 Ca	17.66 Ba	24.57 Aa	17.17 Ba	16.89
S <sub>1</sub>	9.23 Da	12.69 Ca	14.51 BCb	21.48 Aab	17.22 Ba	15.03
S <sub>2</sub>	11.04 Ca	13.01 BCa	14.96 ABb	17.46 Ab	17.31 Aa	15.03
Ortalama	10.76	13.36	15.71	21.17	17.24	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.45. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre bor miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Bor, bitkiler için gerekli bir besin maddesidir ve hücre duvarlarının oluşumu için kalsiyum ile birlikte yapısal bir unsur olarak işlev görür (Basil vd. 2004; Goldbach ve Wimmer, 2007). Bor, toprak çözeltisinde aşırı miktarda yağışla kolayca süzülen borik asit olarak bulunur. Düşük yağış koşullarına sahip bölgelerde bor konsantrasyonu bitki gelişimine karşı toksik hale gelebilir (Blevins ve Lukaszewski 1998; Camacho-Cristobal vd., 2008). Bor bitkilerde taşınabilir olmayan bir element olarak kabul edilir ve yetersizliğinden kaçınmak için topraktan sürekli takviye edilmelidir (Taiz ve Zeiger 2006).

Gerek yurt içi gerek yurt dışında kuraklık stresi altında bitkilerde bor elementinin nasıl bir durum sergilediği ile ilgili fazla çalışma yer almamaktadır. İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarını kullanarak in vitro şartlarda yapmış oldukları çalışmada bor miktarında düşüş meydana geldiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda bor miktarı sadece 2. yılda Fox 11 anacında azda olsa yükselmiş, diğer anaçlarda ise her iki yılda da azalmıştır. En çok azalmanın yaşandığı anaç ise en fazla stres zararının görüldüğü çöğür anacında meydana gelmiştir. Buradan B'nin strese dayanımda etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.

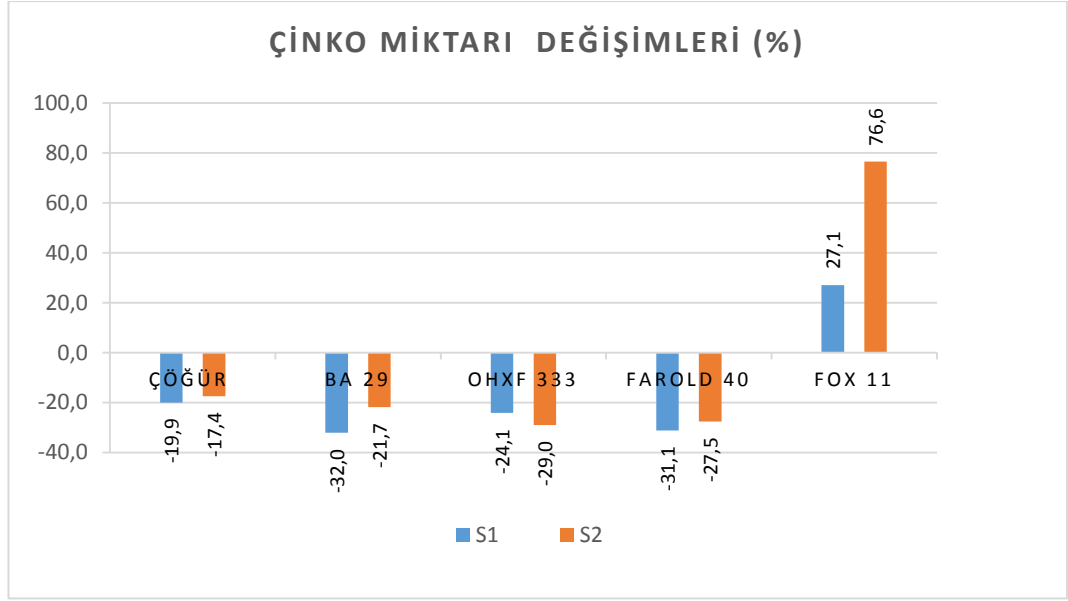
#### 4.18. Su Stresinin Çinko Miktarı Üzerine Etkileri

Sonuçlara ait varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çöğür ve Farold 40 anaçlarında uygulamalar arasında istatistiki olarak bir farkın oluşmadığı, en yüksek değerlere BA 29 ve Farold 40 anaçlarında  $S_0$  uygulamasında, Fox 11 anacında ise  $S_2$  uygulamasında ulaşıldığı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Çizelge 4.35'de verilen 2015 yılına ait çinko analiz değerleri incelendiğinde, su stresinin artması ile birlikte çinko miktarının Fox 11 anacında önemli ölçüde arttığı, diğer anaçlarda ise azaldığı görülmektedir. Buna paralel olarak en fazla Zn içeriği Fox 11 anacında elde edilmiştir. Şekil 4.46'da verilen grafikte de görüldüğü gibi kontrole göre azalma yüzdeleri birbirine çok yakın olmakla beraber % 17.4 ile % 32 arasında değişmiştir.  $S_1$  uygulamasında bor miktarında en fazla azalmanın tespit edildiği anaç BA 29'dur (% 32).  $S_2$  uygulamasında ise % 29 ile OHxF 333 anacı ilk sırada yer almıştır.

Çizelge 4.35. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Zn (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
$S_0$	19.37 Aa	16.43 ABa	13.79 Ba	16.11 ABa	19.88 Ab	17.12
$S_1$	15.51 Ba	11.17 Cb	10.46 Cb	11.10 Ca	25.26 Ab	14.70
$S_2$	16.00 Ba	12.86 BCab	9.79 b Cb	11.68 BCa	35.10 Aa	17.09
Ortalama	16.96	13.49	11.35	12.97	26.75	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



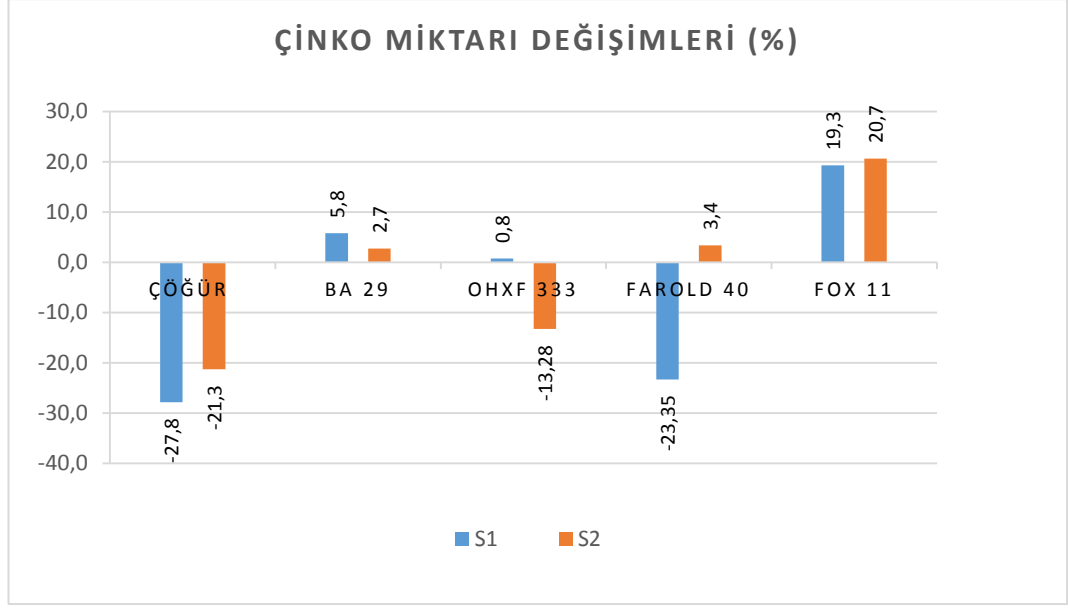
Şekil 4.46. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre çinko miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Çizelge 4.36'da verilen 2016 yılı çinko analiz değerlerinde anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Tüm uygulamalarda Fox 11 anacı en yüksek Zn içeriğine sahip anaç olarak ortaya çıkmıştır. En düşük değerler ise BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında tespit edilmiştir. Tüm anaçlarda uygulamalar arasında istatistik olarak bir fark belirlenmemiştir ( $p < 0.05$ ). Kontrol uygulamasına göre stres uygulamalarının değişim yüzdelerini gösteren grafik Şekil 4.47'de verilmiştir. Fox 11 anacı önceki çalışma yılında olduğu gibi bu yılda su stresi uygulaması ile birlikte çinko miktarını önemli ölçüde artırmıştır (% 19.3 ve %20.7). Ayrıca BA 29 anacında da az miktarda bir artış tespit edilmiştir (% 5.8 ve % 2.7). Çöğür ise sırasıyla % 27.8 ve % 21.3 ile en fazla çinko azalmasının yaşandığı anaç olarak dikkat çekmektedir.

Çizelge 4.36. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Zn (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	11.14 Ba	5.89 Ca	7.83 Ca	13.62 ABa	14.82 Aa	10.65
S <sub>1</sub>	8.04 BCa	6.23 Ca	7.89 BCa	10.44 Ba	17.68 Aa	10.05
S <sub>2</sub>	8.77 Ca	6.05 Da	6.79 Da	14.08 Ba	17.88 Aa	10.72
Ortalama	9.32	6.06	7.51	12.71	16.79	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.47. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre çinko miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Çinko, bitkilerde bulunan birçok enzimin yapılarında yer alarak onların aktifleştirilmesinde rol oynar (Marschner, 1995; Reddy 2006; Broadley vd., 2007; Turan ve Horuz, 2012). Ayrıca karbonhidrat metabolizması, protein sentezi, oksin metabolizması gibi olaylarda önemli bir rol oynamaktadır (Marschner, 1995; Reddy, 2006).

Bizim çalışmamızda da stres sonucunda çinko miktarındaki değişimin anaçlara göre farklılık gösterdiği, bazı anaçlarda artarken bazılarında ise azaldığı tespit edilmiştir. her iki yılda da çinko değerlerinde belirgin şekilde azalma tespit edilen çöğür anacı stresten en fazla zarar gören anaç olmuştur. Buradan Z'nin strese dayanımda etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.

Kıran vd. (2015) domates, patlıcan ve kavunda; İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında; Babalık (2015), asmada yapmış oldukları çalışmalarda çinko içeriklerinin kuraklık stresi ile birlikte azaldığını bildirmişlerdir.

Özpay (2008), bazı fasulye genotiplerinde kuraklık uygulaması yapılmış bitkilerin yapraklarındaki Zn birikimlerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde ise azaldığını ve bazılarında ise değişiklik olmadığını belirtmiştir.



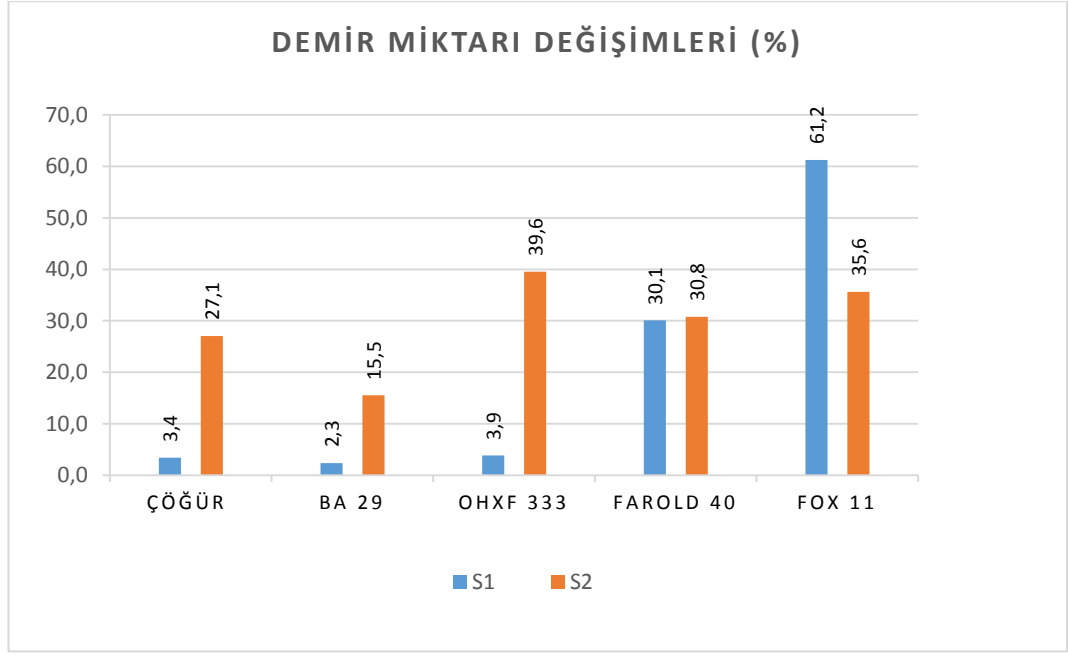
#### 4.19. Su Stresinin Demir Miktarı Üzerine Etkileri

Gerek 2015 gerekse 2016 yılı Fe analiz değerleri su stresinin artması ile birlikte artmıştır. Çizelge 4.37'de yer alan 2015 yılı değerleri için yapılan istatistiki analizler sonucunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çöğür ve Fox 11 anaçlarında stresle birlikte Fe içeriği de artmıştır. Buna göre çöğür anacı için en yüksek değer 82.18 ile S<sub>2</sub> uygulamasında, Fox 11 anacı için ise 113.70 ile S<sub>1</sub> uygulamasında saptanmıştır. Anaçlar arasında Fe içeriği bakımından fark oluşmamıştır. Şekil 4.48'de verilen kontrol uygulamasına göre değişim yüzdelerini gösteren grafik incelendiğinde, her iki stres uygulamasında da en büyük artışın görüldüğü Fox 11 anacında kontrole göre % 61.2 ve % 35.6 oranında bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. En az artış ise iki uygulamada da BA 29 anacında (% 2.3 ve % 15.5) belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Fe (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	64.68 Ab	69.34 Aa	70.2 Aa	53.83 Ba	70.52 Ac	65.60
S <sub>1</sub>	66.86 Bb	70.96 Ba	72.91 Ba	70.01 Ba	113.70 Aa	78.99
S <sub>2</sub>	82.18 ABa	80.10 ABa	97.97 Aa	70.40 Ba	95.64 Ab	85.25
Ortalama	71.39	73.80	80.36	64.75	93.29	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



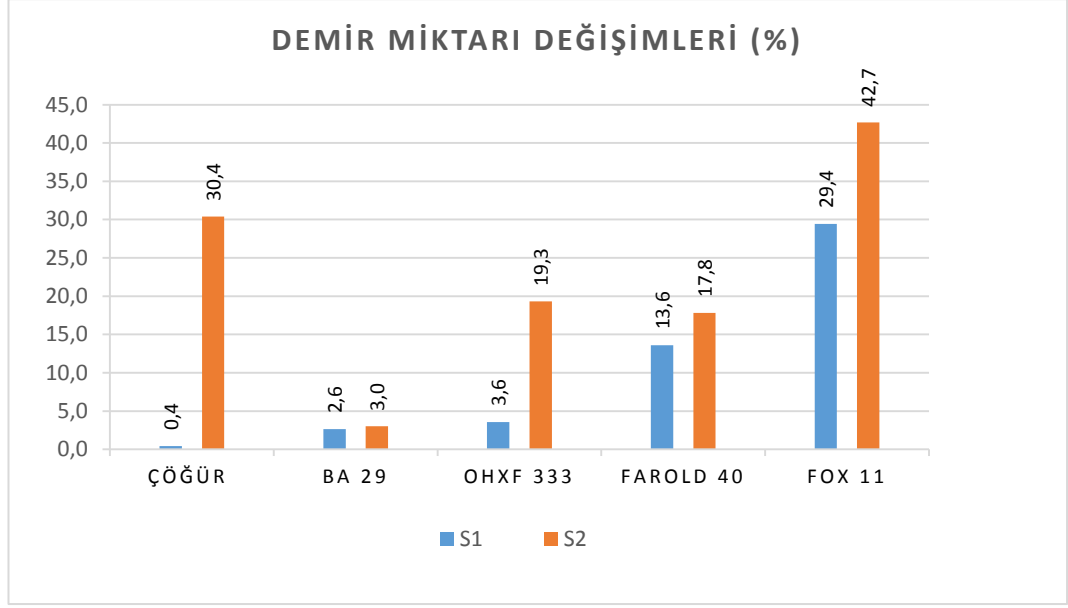
Şekil 4.48. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre demir miktarındaki artış yüzdeleri

2016 yılına ait Fe analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan istatistiki analizler sonucunda anaç\*su interaksiyonu önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek değerler kontrole göre verilen suyun % 25'inin uygulandığı S<sub>2</sub> uygulamasında ve Fox 11 anacında elde edildiği görülmüştür. Sonuçlar kontrol uygulaması ile kıyaslandığında en büyük Fe artışının her iki uygulamada da Fox 11 anacında (% 29.4 ve % 42.7) meydana geldiği görülmektedir. Çöğür anacında S<sub>1</sub> uygulamasında (% 0.4) fazla bir değişiklik olmazken S<sub>2</sub> uygulamasında % 30.4 ile en büyük artışı gösteren 2. anaç olmuştur (Şekil 4.49).

Çizelge 4.38. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Fe (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	65.78	83.55	60.62	68.76	76.26	71.00 C
S <sub>1</sub>	66.06	85.75	62.78	78.11	98.71	78.28 B
S <sub>2</sub>	85.77	86.06	72.32	83.70	108.81	87.34 A
Ortalama	72.53 CD	85.12 B	65.24 D	76.86 BC	94.60 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.49. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre demir miktarındaki artış yüzdeleri

Fe, proteinlerin ve diğer enzimlerin önemli bir bileşenidir (Ma, 2005; Römheld ve Nikolic, 2007). Fe mobil bir element olmadığı için bitki organları arasında kolaylıkla taşınmaz. Optimum büyümeyi sağlamak için bitkilere dışarıdan demir verilmelidir (Ma, 2005). Toprağın nemi Fe içeriğini ve kullanılabilirliğini etkileyebilir. Islak topraklarda,  $Fe^{2+} / Fe^{3+}$  oranı daha yüksektir ve bu nedenle bitkiler daha fazla demir alırlar. Kuraklık koşullarında, toprakta  $O_2$ 'nin varlığı  $Fe^{2+} / Fe^{3+}$  oranında bir düşüşe yol açar, bu da bitkide mevcut demirin azalmasına neden olur (Sardans vd., 2008).

Kuraklık stresi çalışmalarında Fe birikimleri bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir. Sivritepe vd. (2008), in vitro koşullarda Gisela 5 kiraz anacında; İpek (2015), Myrobolan 29C ve Garnem anaçlarında; Verma ve Neue, (1984), mısırdaki yaptıkları çalışmalarda kuraklıkla birlikte demir içeriği azalırken, Babalık (2012) asmada ve Hassan vd. (1970), arpada yaptıkları çalışmalarda ise artmıştır. Bununla birlikte Hu vd. (2000), ile Hu ve Schmidhalter, (2001)'in buğdayda yaptıkları çalışmalarda ise Mn, Fe ve Zn' nin tuzluluk ve kuraklık şartlarında değişmediğini belirlemişlerdir. Diğer taraftan Özpay (2008), kuraklık uygulaması yapılmış bazı fasulye genotiplerinde bitkilerin yapraklarındaki Fe birikimlerinin kontrole göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde ise azaldığını ifade etmiştir.

Genel literatür bilgileri su stresi ile birlikte Fe alımının azaldığını bildirirse de yukarıda yer alan literatürlerde de görüldüğü gibi kuraklık stresi uygulanan bazı bitkilerde Fe içeriği artarken bazılarında ise azalmalar tespit edilmiştir. Çalışmamızda her iki yılda da su stresi neticesinde Fe içeriğinin arttığı, en büyük artışında Fox 11 anacında meydana geldiği tespit edilmiştir. Eşleşmemiş elektron içeren atom, atom grubu veya moleküller serbest radikal olarak kabul edilir.  $Fe^{3+}$  gibi geçiş metalleri de eşleşmemiş elektronlara sahiptir fakat serbest radikal olarak kabul edilmezler. Ancak serbest radikal oluşumunda önemli rol oynarlar (Güner, 2014). Artan stresle meydana gelen demir artışı bu şekilde açıklanabilir. Yine strese toleranslı olarak belirlediğimiz BA 29 anacında demir miktarının az olması demirin streste etkili olduğunu göstermektedir.

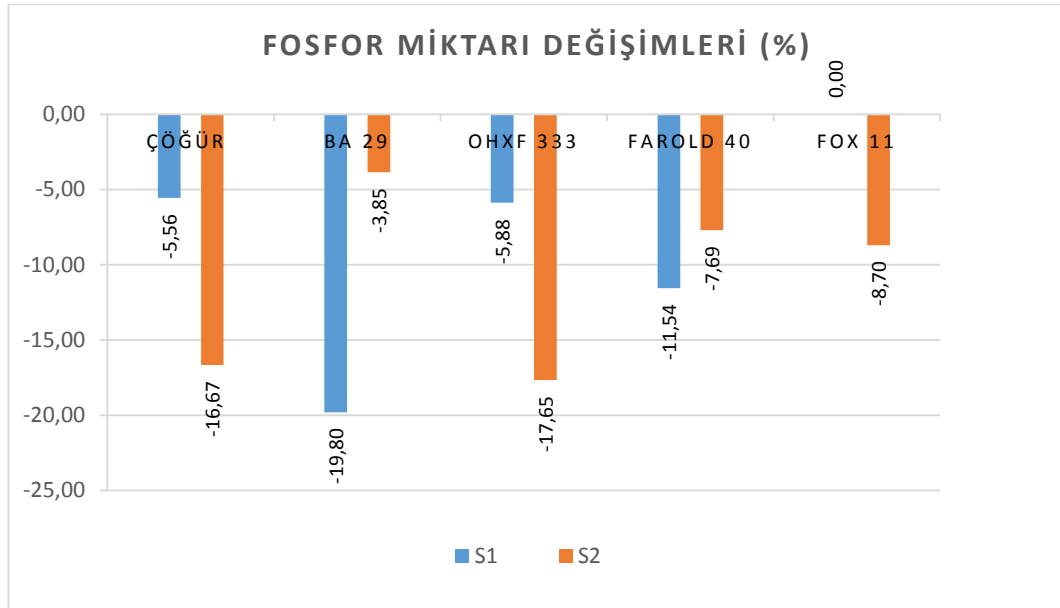
#### 4.20. Su Stresinin Miktarı Fosfor Üzerine Etkileri

Çalışmanın yürütüldüğü iki yılda da verilen su miktarının azalması fosfor miktarının düşmesine neden olmuştur. Çizelge 4.39'da verilen 2015 yılına ait değerler istatistiksel analizlere tabi tutulduğunda anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kontrole göre stres uygulamalarının değişim yüzdeleri incelendiğinde,  $S_1$  uygulamasında en fazla düşüş % 19.80 ile BA 29 anacında gözlenirken, Fox 11 anacında herhangi bir değişim meydana gelmemiştir.  $S_2$  uygulamasında ise % 17.65 oranında düşüş gösteren OHxF 333 anacı ilk sırada yer almıştır (Şekil 4.50).

Çizelge 4.39. 2015 yılı su stresi uygulamalarının P (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
$S_0$	0.18	0.26	0.17	0.26	0.23	0.219
$S_1$	0.17	0.21	0.16	0.23	0.23	0.201
$S_2$	0.15	0.25	0.14	0.24	0.21	0.197
Ortalama	0.163 B	0.241 A	0.160 B	0.244 A	0.222 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.50. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre fosfor miktarındaki azalış yüzdeleri

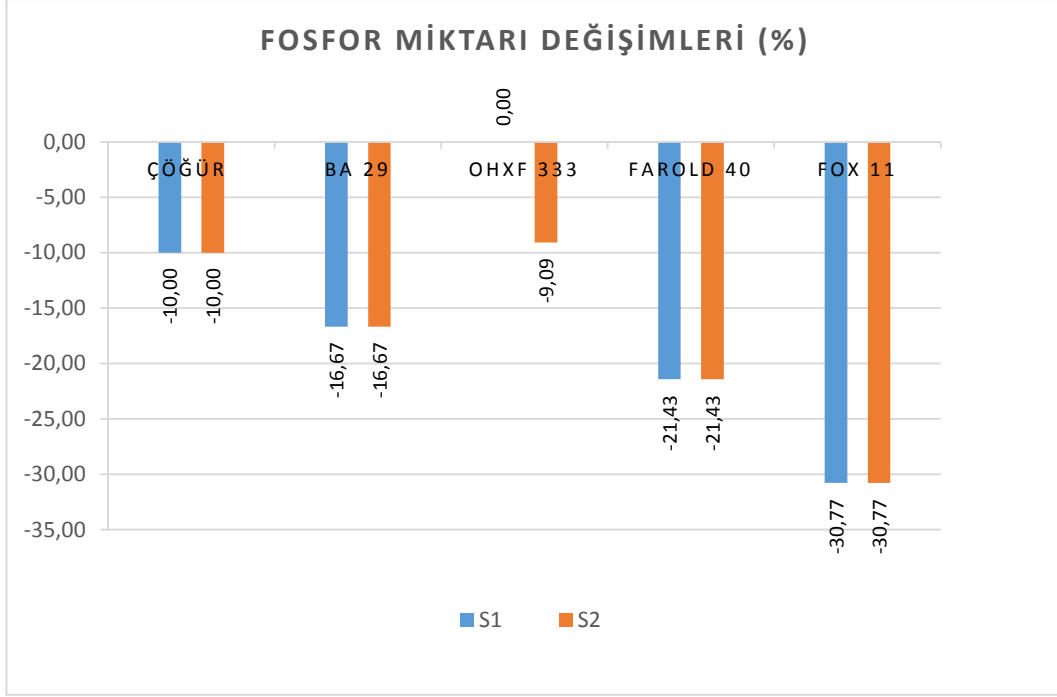
2016 yılı fosfor analiz değerleri Çizelge 4.40'da verilmiştir. Değerler istatistiki analizlere tabi tutulduğunda anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

En yüksek P değerleri S<sub>1</sub> uygulamasında ve anaçlar arasında ise Fox 11 anacında elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde fosfor değerlerinin bir önceki deneme yılı sonuçlarına göre daha fazla düştüğü göze çarpmaktadır. Kontrole göre en fazla azalma iki uygulamada da % 30.77 oranla Fox 11 anacında meydana gelmiştir. Bu anacı % 21.43 ile Farold 40 takip etmektedir. En az düşüşün belirlendiği OHxF 333 anacında S<sub>1</sub> uygulamasında fosfor oranında azalma yaşanmazken, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 9.09 oranında düşüş yaşanmıştır (Şekil 4.51).

Çizelge 4.40. 2016 yılı su stresi uygulamalarının P (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	0.10	0.12	0.11	0.14	0.13	0.119 A
S <sub>1</sub>	0.09	0.10	0.11	0.11	0.9	0.101 B
S <sub>2</sub>	0.09	0.10	0.10	0.11	0.9	0.098 B
Ortalama	0.092 C	0.107 B	0.106 B	0.122 A	0.093 C	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.51. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre fosfor miktarındaki azalış yüzdeleri

Fosfor bitkilerde büyümeyi sürdürmek için gerekli olan bir mineral besin maddesidir. Ayrıca, hücre metabolizmasında enerji tasarrufu ve transferinde önemli bir rol oynar (Jin vd., 2006). Fosfatın bitkiler tarafından absorbe edilmesi için iyi bir su temini gereklidir. Fosfat iyonları difüzyon yoluyla topraklarda hareket eder. Toprağın su içeriği azaldığında fosfor hareketliliği azalır (Faye vd, 2006). Kuraklık, bitkilerde fosfor emiliminin ve taşınmasının azalmasına neden olur (Sardans ve Penuela, 2004). Turner (1985), bitkilerde hafif kuraklık stresinin en erken etkilerinden birinin fosfor eksikliği olduğu görüşündedir.

İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında; Babalık (2012) asmada ve Turner (1985); biberde yapmış oldukları çalışmalarda, bizim çalışmamızda da olduğu gibi fosfor içeriğinin kuraklık stresi ile birlikte azaldığını bildirmişlerdir.

#### 4.21. Su Stresinin Miktarı Kalsiyum Üzerine Etkileri

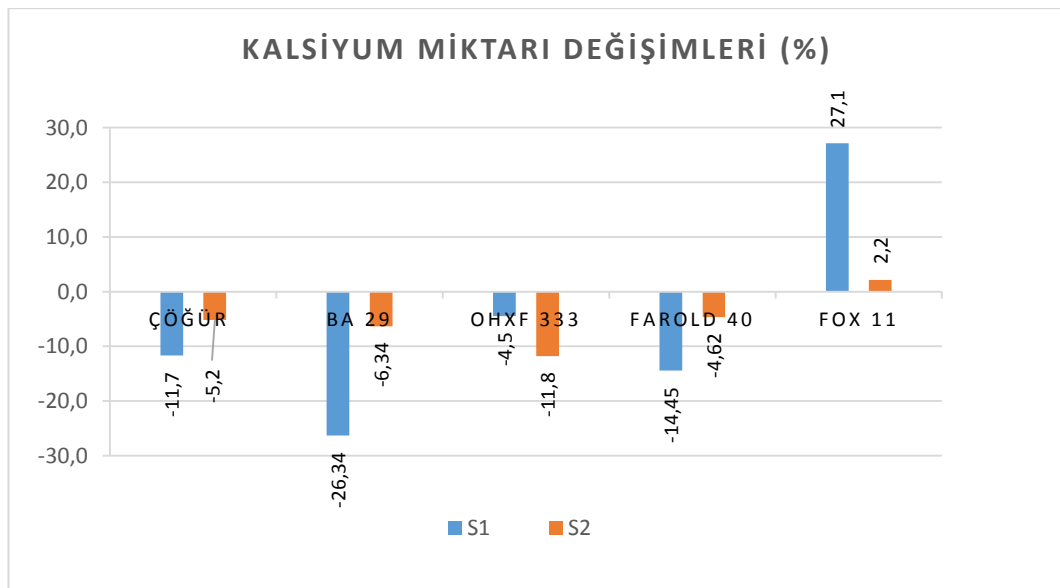
2015 yılı kalsiyum değerlerinin verildiği Çizelge 4.41'de yer alan değerler istatistiki analizlere tabi tutulduğunda, anaç\*su interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). BA 29 anacında uygulamalar arasındaki farkın önemli, diğer anaçlarda ise

önemsiz olduğu belirlenmiştir. Buna göre BA 29 anacının S<sub>0</sub> uygulamasında 2.05 olan Ca içeriği S<sub>1</sub> uygulamasında 1.51'e S<sub>2</sub> uygulamasında ise 1.92'ye düştüğü saptanmıştır. S<sub>0</sub> uygulamasındaki Ca içeriği en fazla olan anaç BA 29 (2.05) olurken, S<sub>1</sub> uygulamasında Fox 11 (2.34) olmuştur. S<sub>2</sub> uygulamasında anaçlar arasında bir fark tespit edilememiştir. Kontrole göre stres uygulamalarının değişim yüzdelerinin verildiği grafik incelendiğinde, Fox 11 hariç tüm anaçlarda her iki uygulamada da düşüş meydana geldiği görülmektedir (Şekil 4.52). S<sub>2</sub> uygulamasında % 11.8 oranında düşüş gösteren OHxF 333 anacı ön plana çıkmıştır. Fox 11 anacında özellikle S<sub>1</sub> uygulamasında % 27.1 gibi önemli bir artış meydana gelirken S<sub>2</sub> uygulamasında bu artış miktarı % 2.3'e düşmüştür.

Çizelge 4.41. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Ca (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	1.54 Ba	2.05 Aa	1.78 ABa	1.73 ABa	1.84 ABa	1.79
S <sub>1</sub>	1.36 Ba	1.51 Bb	1.70 Ba	1.48 Ba	2.34 Aa	1.68
S <sub>2</sub>	1.46 Aa	1.92 Aa	1.57 Aa	1.65 Aa	1.88 Aa	1.70
Ortalama	1.45	1.83	1.69	1.62	2.02	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir (p<0.05).



Şekil 4.52. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre kalsiyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

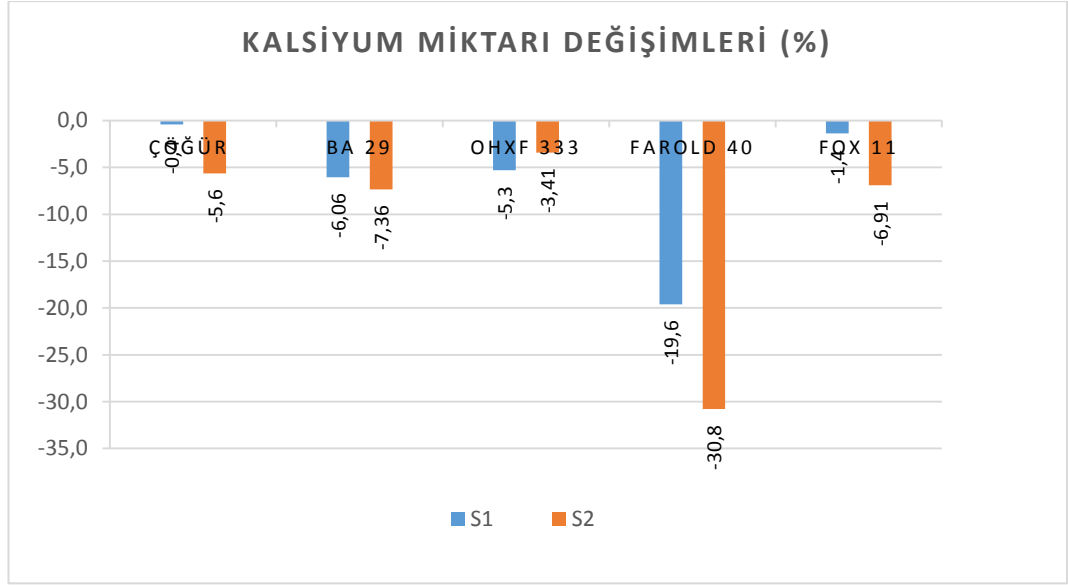
2016 yılına ait kalsiyum değerleri Çizelge 4.42'de verilmiştir. Sonuçlara ait istatistik analizler sonucunda anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur. Farold 40 haricindeki anaçlarda uygulamalar arasında oluşan farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Farold 40 anacının S<sub>0</sub> uygulamasında 2.60 olan Ca değeri diğer uygulamalarda sırasıyla % 2.09 ve % 1.80 'e düşmüştür. S<sub>1</sub> uygulamasında anaçlar arasında bir fark oluşmazken, S<sub>1</sub> uygulamasında Farold 40 anacının diğer anaçlara göre daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise OHxF 333 anacı ilk sırada yer almaktadır. Değerler incelendiğinde, stres uygulamalarının tüm anaçlarda kalsiyum değerlerinin düşmesine neden olduğu görülmektedir. Şekil 4.53'de yer alan grafik incelenecek olursa, su stresi uygulanan her iki uygulamada da en fazla kalsiyum kaybı Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Diğer anaçlarda ise S<sub>1</sub> uygulamasında % 0.4 ile % 6.06 arasında, S<sub>2</sub> uygulamasında ise % 3.41 ile % 7.36 arasında bir azalmanın olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.42. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Ca (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çögür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	2.48 Aba	2.31 Aa	2.64 Aa	2.60 Aa	2.17 Aa	2.41
S <sub>1</sub>	2.47 Aa	2.17 Aa	2.50 Aa	2.09 Bab	2.14 Aa	2.25
S <sub>2</sub>	2.34 ABa	2.14 BCa	2.55 Aa	1.80 Db	2,02 CDa	2.23
Ortalama	2.43	2.21	2.57	2.16	2.11	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).





Şekil 4.53. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre kalsiyum miktarındaki azalış yüzdeleri

Kalsiyum, hem büyümeyi hem de çevresel streslere verilen tepkileri etkileyen (membran yapısı, stomal fonksiyon, hücre bölünmesi, hücre duvarı sentezi, solunum metabolizması gibi) olaylarda hayati bir rol oynar. Ayrıca biyotik ve abiyotik streslere karşı bitkinin savunmasında ve stresten kaynaklanan hasarların onarımında doğrudan veya sinyal ileterek görev alır (McLaughlin ve Wimmer, 1999; Taiz ve Zeiger, 2006; Shao vd.,2009). Suyun kısıtlı olduğu durumlarda kalsiyumun taşınması zorlaşır. Dokularda oluşacak su eksikliği Ca içeriğinin de düşmesine neden olmaktadır (Kiegle vd. 2000). Bizim çalışmamızda ise 2015 yılında sadece Fox 11 anacında kalsiyum miktarı artmıştır. 2016 yılında ise tüm anaçlarda azalma tespit edilmiştir.

Güneş vd. (2006), nohutta; Kabay ve Şensoy (2016), fasulyede; Sivritepe (2008), Gisela 5 anacında; Kuşvuran (2010), kavunda; İpek (2015) Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında; Kıran (2015), domates, patlıcan ve kavun genotiplerinde yaptıkları çalışmalarda, kuraklık stresinin Ca birikiminde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte Özpay (2008), bazı fasulye genotiplerinde yaptığı çalışmada ise yapraklardaki kalsiyum birikimlerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde ise azaldığını ve bazılarında ise değişiklik olmadığını belirtmiştir.

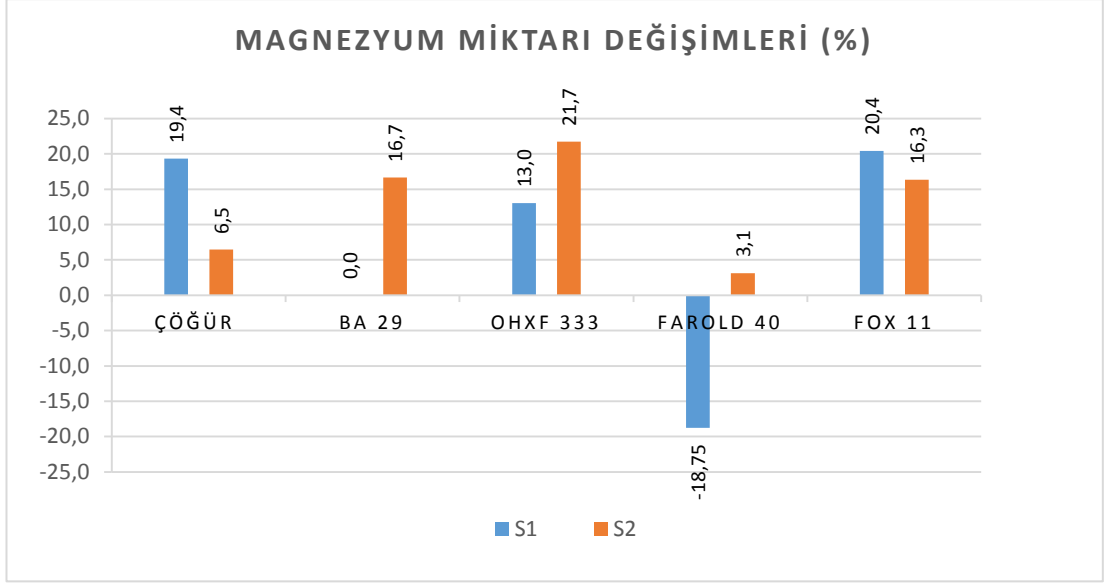
#### 4.22. Su Stresinin Magnezyum Miktarı Üzerine Etkileri

2015 yılı magnezyum analizi sonuçlarında yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark meydana gelmemiştir. Anaçlar dikkate alındığında ise en yüksek değere sahip olan anacın Fox 11 olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.43'den anlaşılacağı üzere su stresi ile beraber magnezyum değerlerinde de bir artış görülürken yalnızca Farold 40 anacının S<sub>1</sub> uygulamasında % 18.75 oranında bir düşüş belirlenmiştir. Şekil 4.54'de verilen grafikte de görüldüğü gibi aynı uygulamada en fazla magnezyum artışı % 20.4 ile Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. S<sub>2</sub> uygulamasında ise en fazla artış % 21.7 ile OHxF 333 anacında, en az artış % 3.1 ile Farold 40 anacında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Mg (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	0.31	0.30	0.46	0.32	0.49	0.39
S <sub>1</sub>	0.37	0.30	0.52	0.26	0.59	0.40
S <sub>2</sub>	0.33	0.35	0.56	0.34	0.57	0.43
Ortalama	0.34 B	0.32 B	0.52 A	0.31 B	0.55 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p<0.05$ ).



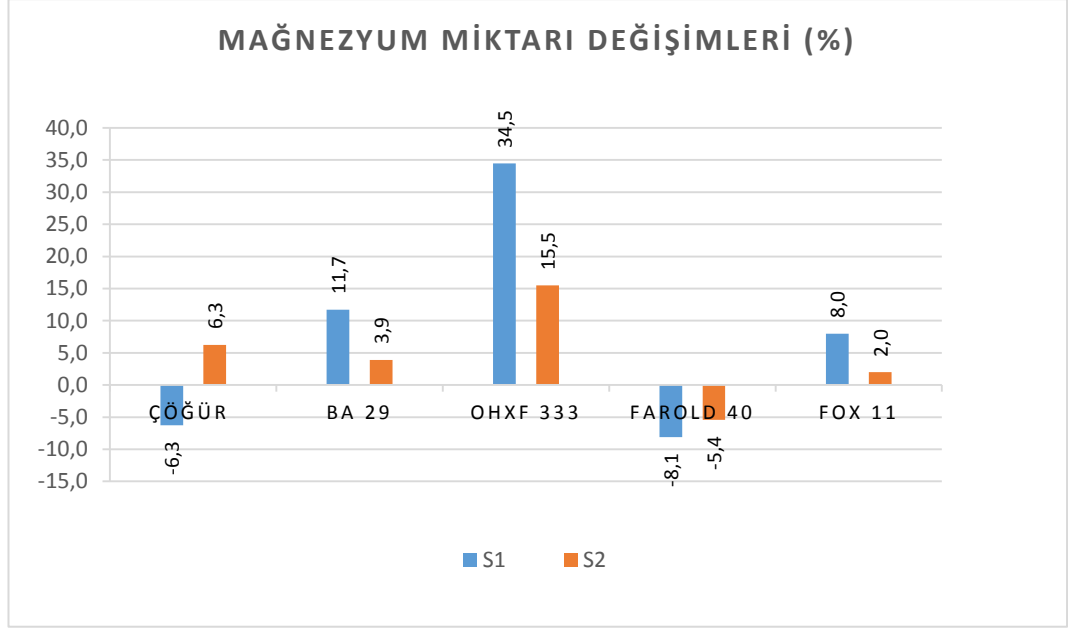
Şekil 4.54. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre magnezyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Çizelge 4.44'de verilen 2016 yılı magnezyum analiz değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda anaç\*su interaksiyonunun istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Uygulamalar arasında bir fark oluşmazken anaçlar arasında en yüksek değer BA 29 anacında, en düşük değer ise Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Şekil 4.55'de verilen kontrol uygulamasına göre stres uygulamalarının değişim yüzdelerini gösteren grafik dikkate alındığında, en fazla artışın iki uygulamada da OHxF 333 anacında meydana geldiği görülmektedir (% 34.5 ve % 15.5). En az artış ise Fox 11 ve BA 29 anacında ortaya çıkarken, birbirine çok yakın değerler elde edilmiştir. Farold 40 anacında ise S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamasında sırasıyla % 8.1 ve % 5.4 oranında düşüş ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.44. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Mg (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	0.64	0.77	0.58	0.37	0.50	0.57
S <sub>1</sub>	0.60	0.86	0.78	0.34	0.54	0.63
S <sub>2</sub>	0.68	0.80	0.67	0.35	0.51	0.60
Ortalama	0.64 B	0.81 A	0.68 B	0.36 D	0.52 C	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.55. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre magnezyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Mg alımı, kuraklık veya düzensiz su mevcudiyeti gibi koşullardan etkilenir. Su eksikliği şartlarında fiziksel veya fizyolojik olarak mevcut olmadığında bitki kökleri, normal bitki büyümesini sürdürmek için yeterli magnezyumu emme yeteneğine sahip değildir (Merhaut, 2007). Magnezyum iyonu protein sentezinin düzenlenmesinde görev alır. Mg alımının azalmasına yol açan etmen klorofil miktarının da azalmasına yol açmış olur (Leidi vd., 1991). Kuraklığın bitkilerin Mg ve S beslenmesi üzerindeki etkisi hakkında çok az bilgi mevcuttur. Bununla birlikte, kuraklığın hem Mg hem de S alımını azalttığı düşünülmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Mg bitki sitoplazmasında en çok bulunan elementtir. Ca gibi olumsuz çevre şartlarında dokularda koruyucu bir fonksiyon üstlenir (da Silva vd., 2011). Bizim çalışmamızda da strese toleranslı bulduğumuz BA 29, 11 ve OHxF 333 anaçlarında her iki çalışma yılında da artış belirlenmiştir. Buradan Mg'nin strese dayanımda olumlu rol oynadığı sonucuna varılabilir.

Kuraklık stresi altında magnezyum içeriği ile ilgili az sayıda çalışmada farklı sonuçlar elde edilmiştir. İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında ve Kayabaşı (2011) soyada yaptıkları çalışmalarda magnezyum içeriğinin azaldığını; Babalık (2012), asmada yapmış olduğu çalışmada ise arttığını bildirmişlerdir.

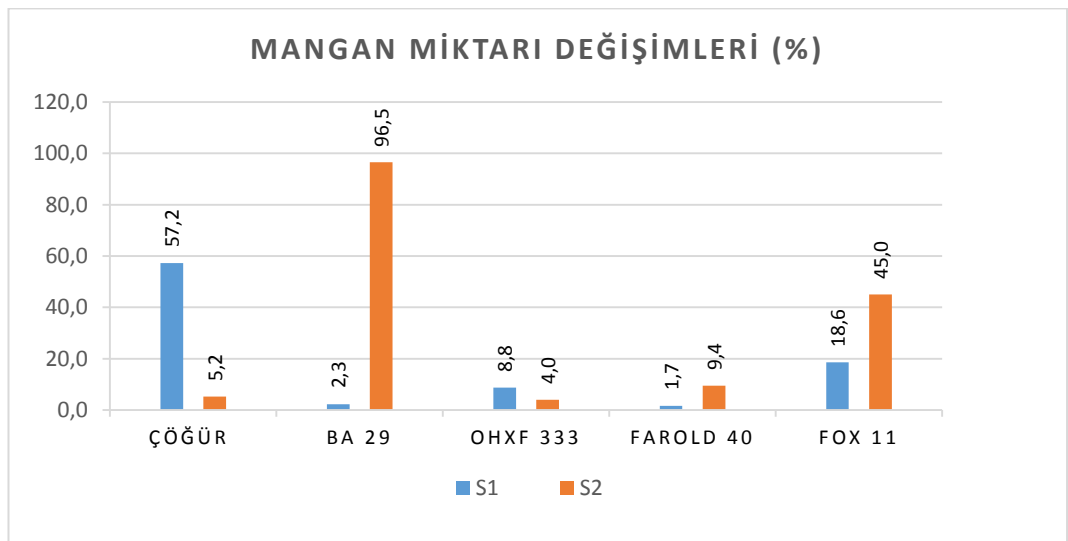
#### 4.23. Su Stresinin Mangan Miktarı Üzerine Etkileri

2015 yılı mangan analiz sonuçları Çizelge 4.45'de verilmiştir. Sonuçlara istatistiki analizler uygulandığında anaç\*su interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Sonuçlar incelendiğinde su stresi ile beraber mangan miktarının arttığı görülmektedir. Uygulamalar arasında fark gözlenen BA 29 ve Fox 11 anaçlarında en yüksek değerler S<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında Mn içeriği en yüksek anaç 54.30 ile Fox 11 olurken en düşük anaçlar çöğür (25.71 ppm) ve Farold 40 (29.23 ppm) anaçları olmuştur. S<sub>1</sub> uygulamasında en büyük artışı gösteren çöğür anacı % 57.2 ile ilk sırada yer alırken, Fox 11 anacı % 18.6 ile bu anacı takip etmiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında ise BA 29 anacı % 96.5 ile en fazla artış gösterirken bu anacı % 45 ile Fox 11 izlemiştir (Şekil 4.56).

Çizelge 4.45. 2015 yılı su stresi uygulamalarının Mn (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	Ortalama
S <sub>0</sub>	24.44 Ba	22.1 Bb	35.33 A a	26.71 Ba	37.45 Ab	30.67
S <sub>1</sub>	38.43 Aa	22.61 Bb	38.42 A a	22.15 Ba	44.40 Aab	33.20
S <sub>2</sub>	25.71 Ca	43.43 ABa	36.75 BCa	29.23 Ca	54.30 Aa	37.73
Ortalama	29.52	29.38	36.59	28.48	45.39	

Aynı satırda yer alan büyük harfler anaçlar arasındaki istatistik farklılıkları, aynı sütunda yer alan küçük harfler ise uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).



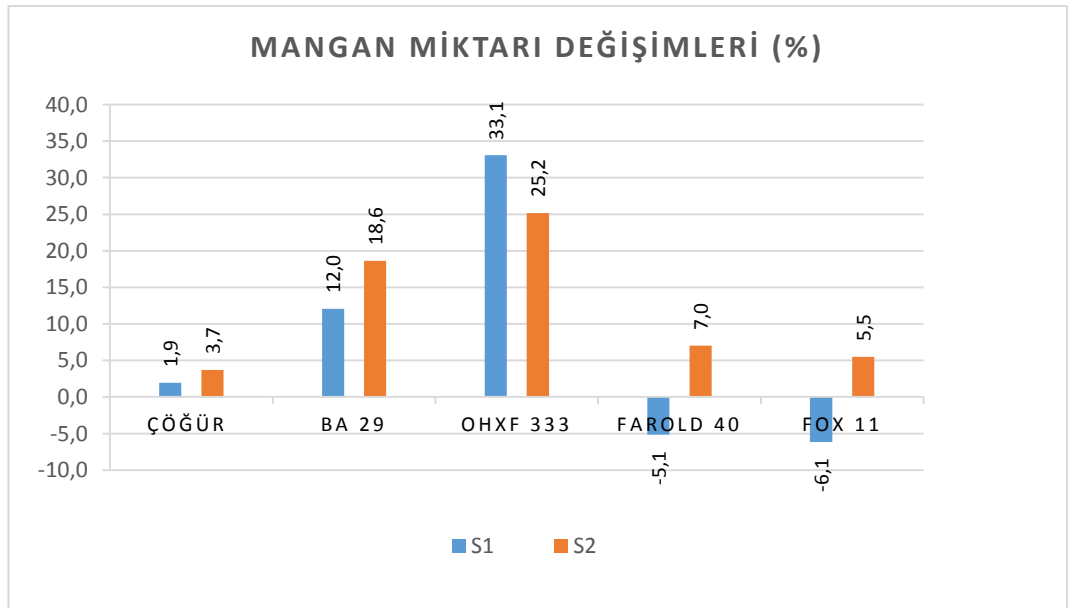
Şekil 4.56. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre mangan miktarındaki artış yüzdeleri

2016 yılına ait mangan analiz sonuçları için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksyonu önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Uygulamalar arasında fark gözlenmemiştir. Anaçlar arasındaki değerlere kıyaslandığında tüm uygulamalarda en yüksek değerlere Fox 11 anacında, en düşük değerlere ise Farold 40 anacında rastlanmıştır. 2016 yılı sonuçlarına bakıldığında bir önceki yıla ait çalışma sonuçlarında olduğu gibi su miktarının azalmasının mangan artışına neden olduğu görülmektedir. Şekil 4.57'de yer alan grafik incelendiğinde en büyük artışın her iki uygulamada da sırasıyla OHxF 333 (% 33.1 ve % 25.2) ve BA 29 (% 12 ve % 18.6) anacında ortaya çıktığı görülmektedir Farold 40 ve Fox 11 anaçlarında S<sub>2</sub> uygulamasında azda olsa mangan miktarının düştüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.46. 2016 yılı su stresi uygulamalarının Mn (ppm) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	37.31	26.89	28.48	21.37	43.60	31.55
S <sub>1</sub>	38.03	30.13	37.90	20.27	40.92	32.85
S <sub>2</sub>	38.69	31.90	35.65	22.87	46.00	35.02
Ortalama	38.01 AB	29.64 C	34.01	21.50	42.54 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.57. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre mangan miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

Mangan, fotosentez, solunum ve çeşitli enzimlerin aktivasyonu ile ilgilenen bitki sistemleri için vazgeçilmez bir eser elementtir. Nemli topraklarda Mn'nın indirgenmiş ve çözünür formlara dönüşümü artar (Hu ve Schmidhalter, 2005). Düşük toprak nemi Mn, Mo, Fe ve Zn eksikliklerine neden olabilir. Fakat Mn ve Fe, daha çözünür biçime dönüşmesi nedeniyle nemli koşullar altında giderek daha fazla bulunur (Havlin vd., 1999).

Sivritepe (2008), Gisela 5 anacında, İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında kuraklık stresi ile birlikte Mn içeriğinde azalmaların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Özpay (2008), kuraklık uygulaması yapılmış bitkilerin yapraklarındaki Mn birikimlerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde azaldığını ve bazı genotiplerde ise değişiklik göstermediğini saptamıştır. Bizim yaptığımız çalışmada da su stresinin artması ile Mn miktarı artmıştır. Mn miktarındaki artışta Mg'da olduğu gibi strese toleranslı olan anaçlarda daha fazla meydana gelmiştir. Bununla birlikte Mn'nın Mg gibi strese dayanımda etkili bir element olduğunu gösterdiği kanaatindeyiz.

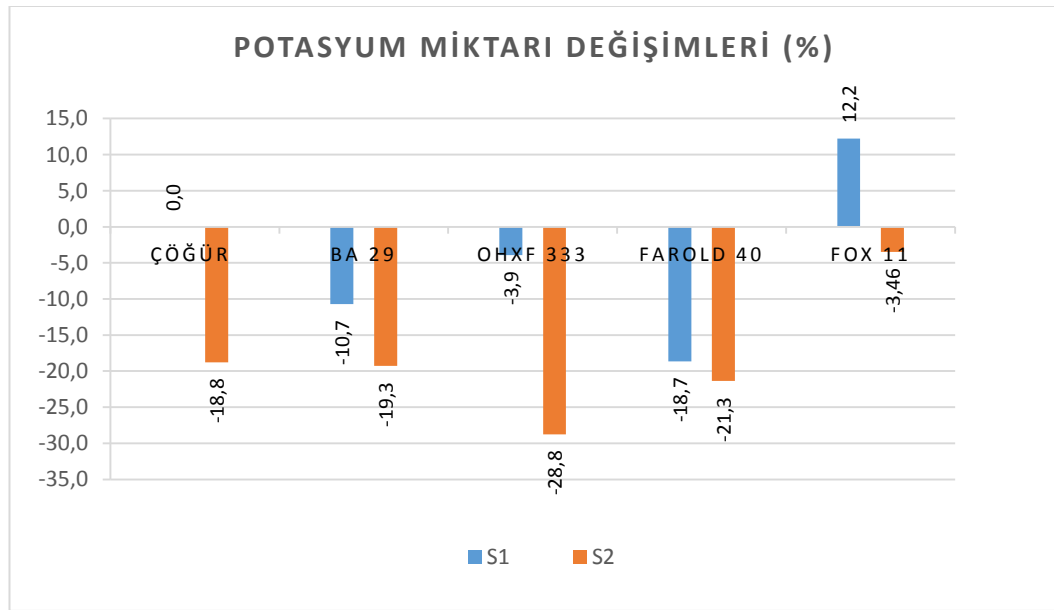
#### **4.24. Su Stresinin Potasyum Miktarı Üzerine Etkileri**

2015 ve 2016 yılı sonuçları bize her iki yılda da su kısıtının artması ile birlikte potasyum miktarının azaldığını göstermiştir. 2015 yılına ait potasyum analiz sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir. Sonuçlara göre anaç\*su interaksiyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). K değerlerinin en fazla olduğu uygulama  $S_0$  ve  $S_1$  olurken en düşük değerler ise  $S_2$  uygulamasında elde edilmiştir. Fox 11 anacı tüm uygulamalarda en fazla K miktarı içeren anaç olurken, OHxF 333 en az değerlere sahip anaç olmuştur. Şekil 4.58'de verilen grafikte de görüldüğü gibi  $S_2$  uygulamasında tüm anaçlarda kontrol uygulamasına göre potasyum miktarı azalmıştır. OHxF 333 (% 28.8) ile en fazla azalma görülen anaç olarak ilk sırayı alırken, Farold 40 (% 21.3), BA 29 (% 19.3) ve Çöğür (% 18.8) anaçları birbirine oldukça yakın değerlerle bu anacı takip etmişlerdir.  $S_1$  uygulamasında ise Fox 11 anacında % 12.2 oranında bir artışın oluştuğu görülmektedir. Bu uygulamada en az potasyum kaybı % 3.46 ile Fox 11 anacında elde edilirken en fazla potasyum kaybı % 18.7 ile Farold 40 anacında elde edilmiştir.

Çizelge 4.47. 2015 yılı su stresi uygulamalarının K (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çögür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	1.33	1.87	1.53	2.25	2.31	1.86 A
S <sub>1</sub>	1.33	1.67	1.47	1.83	2.59	1.78 A
S <sub>2</sub>	1.08	1.51	1.09	1.77	2.23	1.54 B
Ortalama	1.24 D	1.68 C	1.37 D	1.95 B	2.38 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.58. 2015 yılı kontrol uygulamasına göre potasyum miktarındaki artış ve azalış yüzdeleri

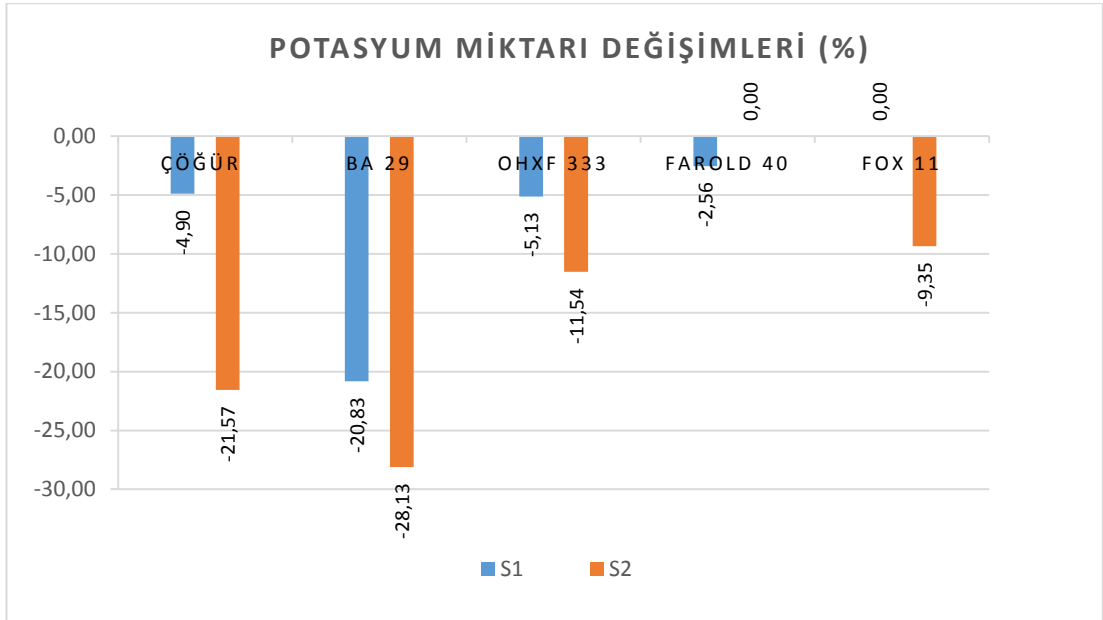
Çizelge 4.48'de 2016 yılı potasyum analiz sonuçları için yapılan varyans analizinde anaç\*su interaksiyonu istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. K değerlerinin en fazla olduğu uygulama önceki çalışma yılında olduğu gibi, S<sub>0</sub> ve S<sub>1</sub> olurken en düşük değerler ise S<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Fox 11 tüm uygulamalarda en fazla K içeren anaç olurken, OHxF 333 ve BA 29 en az değerlere sahip anaçlar olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tüm anaçlarda su stresi ile birlikte bir düşüşün olduğu görülmektedir. 2016 yılında her iki uygulamada da en fazla potasyum kaybı BA 29 anacında (% 20.83 ve % 28.13) ortaya çıkmıştır. En az kayıp ise S<sub>1</sub> uygulamasında % 2.56 ile Farold 40 anacında meydana gelmiştir (Şekil 4.59).



Çizelge 4.48. 2016 yılı su stresi uygulamalarının K (%) üzerine etkileri

Su Uygulamaları	Anaçlar					Ortalama
	Çöğür	BA 29	OHxF 333	Farold 40	Fox 11	
S <sub>0</sub>	1.02	0.96	0.78	1.17	1.39	1.05 A
S <sub>1</sub>	0.92	0.76	0.74	1.14	1.39	1.02 A
S <sub>2</sub>	0.80	0.69	0.69	1.17	1.26	0.92 B
Ortalama	0.92 C	0.81 D	0.74 D	1.16 B	1.35 A	

\* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.59. 2016 yılı kontrol uygulamasına göre potasyum miktarındaki azalış yüzdeleri

Hu ve Schimidhalter, (2005), tuz ve kuraklık stresinde su eksikliği nedeniyle turgor basıncında azalmanın meydana geldiğini bildirmiştir. Potasyum, bitkiler tarafından büyük miktarda alınan su statüsünün düzenlenmesinde önemli bir role sahip olan mineral elementtir (Mengel ve Kirkby, 2001). Enzim aktivasyonu, protein sentezi, fotosentez, ozmoregülasyon, hücre yayılımı ve stomal hareket gibi birçok fizyolojik sürece katılır (Marschener 1995; Mengel 2007; Farooq vd., 2009; Mengel ve Kirkby, 2001). Stomaların açılıp kapanma mekanizması potasyum konsantrasyonu ile yönetilir (Mengel ve Kirkby, 2001; Taiz ve Zeiger, 2006; Mengel, 2007).

Arjenaki vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada, en yüksek K değerini dirençli genotiplerde ve en yüksek Na değerini ise duyarlı genotiplerde belirlemişlerdir. Kayabaşı (2011)'nin soyada ve Özpay (2008)'in fasulyede yapmış olduğu çalışmalarda kuraklık stresi potasyum içeriğini artırmıştır.

Mahouachi (2007), kuraklık koşullarında muz bitkilerinde potasyum düzeylerinde azalma olduğunu tespit etmiştir. Benzer sonuçlar, Restrepo-Diaz vd. (2008), zeytinde Sivritepe (2008), Gisela 5 anacında; Kabay ve Şensoy (2016), fasulyede; Kıran vd. (2015), domates, patlıcan ve kavunda; İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında; Babalık (2012), asmada, Kuşvuran (2010), kavunda yapmış oldukları çalışmalarda da elde edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen potasyum değerlerine bakıldığında 2015 yılı S<sub>1</sub> uygulamasında Fox 11 anacında artış sağlanırken, diğer anaçlarda ise azalma görülmüştür. 2016 yılında ise tüm anaçlarda potasyum içeriği azalmıştır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada armut çöğürü, BA 29, OHxF 333, Farold 40 ve Fox 11 anaçlarının 12 litrelik saksılarda kendi kökleri üzerinde yetiştirilmiş bitkileri kullanılarak, farklı su stresi uygulamalarının bu bitkilerin fizyolojik, morfolojik ve biyolojik özelliklerini nasıl etkiledikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Farklı su stresi sonucunda bitkilerde zararlanma derecesi, bitki boyu, yaprak alanı, kök ağırlığı, membran geçirgenliği, bağıl su içeriği, klorofil yoğunluğu, lipid peroksidasyonu, çözünebilir şeker, toplam fenol, prolin ve mineral madde miktarları ile birlikte antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, CAT ve APX) belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Denemede yer alan anaçlarda belirlenen zararlanma derecesi değerleri su stresinin artması ile birlikte yükselmiştir. Zararlanma derecesinin en yüksek olduğu bitkiler, Fox 11 ve çöğür anaçları en düşük olduğu bitki ise BA 29 anacı olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza ait 2015 ve 2016 yılı bitki boyu, yaş kök ağırlığı ve yaprak alanı gibi morfolojik parametrelerin stres koşulları altında azalma gösterdiği saptanmıştır. Meydana gelen değişimler beklenildiği gibi S<sub>2</sub> uygulamasında daha fazla olmuştur. Kontrole göre bitki boyu değişim yüzdeleri incelendiğinde en az artışı Farold 40, en fazla artışı ise OHxF 333 ve BA 29 anaçları göstermiştir. Yaprak alanını kontrol uygulamasına göre en fazla azaltan anaç, her iki uygulamada da BA 29 anacı olurken en az yaprak alanı kaybı Farold 40 anacında tespit edilmiştir. Stresle birlikte yaş kök ağırlık değerlerindeki azalma oranları dikkate alındığında, OHxF 333 anacı S<sub>1</sub> uygulamasında en fazla değer kaybeden anaç olurken, S<sub>2</sub> uygulamasında ise en az değer kaybeden anaç olmuştur. BA 29 anacı ise yaş kök ağırlığında en fazla kayıp gösteren anaç olarak bulunmuştur. Ancak yine en fazla kök ağırlığı bu anaçta bulunmuştur."

Sulama suyundaki azalma ile birlikte tüm anaçlarda her iki yılda da bağıl su içeriğinde düşüş meydana gelmiştir. En fazla azalma çöğür anacında, en az azalma ise Farold 40 ve BA 29 anaçlarında tespit edilmiştir.

Membran geçirgenliğinin stres uygulamaları ile tüm anaçlarda artış gösterdiği saptanmıştır. Membran geçirgenliğindeki en fazla artış Fox 11 anacında tespit edilmiştir. En az artış ise OHxF 333 ve BA 29 anacında belirlenmiştir.

Su stresi uygulamaları sonucunda klorofil yoğunluğunun en fazla etkilendiği anaçlar çöğür ve Fox 11 anaçları olurken, BA 29 ve OHxF 333 anaçları ise en az etkilenen anaçlar olarak tespit edilmiştir. Özellikle su miktarının azaldığı S<sub>2</sub> uygulamasında klorofil yoğunluğu yüzdesinde düşüşlerin, S<sub>1</sub> uygulamasına göre çok daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada verilen su miktarındaki azalma ile birlikte malondialdehit (MDA) miktarının arttığı belirlenmiştir. Stres uygulamaları sonucunda en fazla MDA miktarı Fox 11 anacında tespit edilmiştir. MDA birikimi en az olan anaç ise Farold 40'dır.

Çalışmada toplam fenolik madde miktarı, çözünebilir şeker ve prolin miktarının su stresi ile birlikte anaçlarda arttığı ortaya konulmuştur. Toplam fenolik madde miktarında stresle birlikte en fazla artış OHxF 333 anacında saptanırken, çöğür anacı en az toplam fenolik madde miktarı tespit edilen anaç olmuştur. Çözünebilir şeker miktarı değerleri incelendiğinde en fazla değer Fox 11 anacında, en az değer ise çöğür anacında belirlenmiştir. Stres karşısında bitkilerin daha dayanıklı hale gelmesinde önemli rolü olan prolin değerlerinin en fazla yükseldiği anaç, BA 29 olarak belirlenmiştir.

SOD enzim aktivitesi uygulanan su miktarının azalması ile birlikte her iki çalışma yılında da çöğür ve Farold 40 anacında azalış gösterirken OHxF 333 anacında ise artış göstermiştir. SOD aktivitesindeki artışın S<sub>1</sub> stres uygulamasında daha fazla olduğu, fakat S<sub>2</sub> stres uygulamasında ise bu artışın azaldığı ortaya konulmuştur.

Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da su stresi ile birlikte çöğür ve Farold 40 anaçlarında CAT enzim aktivitesinde düşüş gözlenirken, diğer anaçlarda ise artış meydana gelmiştir. En fazla artış BA 29 ve OHxF 333 anaçlarında tespit edilmiştir.

APX enzim aktivitesi değerlerinin her iki yılda da çöğür hariç tüm anaçlarda uygulanan su miktarının azalması ile birlikte arttığı saptanmıştır. Bu artışın en fazla ortaya çıktığı anaç ise BA 29 ve OHxF 333 anaçları olmuştur.

Araştırmada elde edilen mineral madde analiz sonuçlarını genel hatları ile değerlendirdiğimizde stres uygulamaları ile birlikte N, Cu, B, Zn, P, Ca ve K miktarlarının azaldığı; Fe, Mg ve Mn değerlerinin ise arttığı görülmektedir. Fox 11 anacı birçok mineral madde yönünden en az kaybın yařandđđ anaç olarak belirlenmiştir.

Elde ettiğimiz veriler doğrultusunda BA 29 ve OHxF 333 anaçlarının kuraklık stresine daha toleranslı olduğu belirlenmiştir. Bu toleranslılığın nedeni, söz konusu anaçların stres şartları altında geliştirdikleri savunma mekanizmaları ile açıklanabilir. Bu anaçlar strese dayanımda önemli rol oynayan zararlanma derecesi, bitki boyu, membran geçirgenliği, klorofil yoğunluğu, toplam fenolik madde, znebilir şeker ve prolin miktarı ile antioksidan enzim aktiviteleri gibi parametrelere ait değerler bakımından ön sıralarda yer almıştır. Yaprak alanında ki azalmanın diğer anaçlara göre daha fazla olduğu tespit edilen bu anaçlarda yaprak alanının stresle birlikte azalarak, transpirasyonla meydana gelen su kaybının en aza indirildiği düşünülmektedir. Fox 11 anacı ise mineral madde değerleri bakımından ön plana kmıştır. Ancak bu anaçta hücre zararına neden olan membran geçirgenliği ve MDA içeriği değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Bu anataki zararlanma derecesinin de bu yüzden yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Farold 40 anacı bağıl su ve MDA içeriği değerleri çok diğer anaçlara göre dah düşük düzeydedir fakat özellikle antioksidan madde ve enzim değerleri açısından daha düşük değerlere sahiptir. Çöğür anacı değerlendirdiğimiz bir çok kriter açısından son sıralarda yer almıştır. Özellikle klorofil kaybı nedeniyle çok fazla sararmalar tespit edilmiştir. Çöğür anaçlarının özellikle derine giden <kk yapıları nedeniyle kuraklığa daha dayanıklı oldukları bilirse de çalışma saksılarda yürütüldüğü için bu özelliğinden faydalanamadđđ düşünülmektedir.

Saksı şartlarında yapılan bu çalışmada her ne kadar BA 29 ve OHxF 333 anaçlarının kuraklık stresine daha toleranslı olduğu belirlense de, bu anaçlar için kesin olarak kuraklığa tolareanslı diyebilmemiz için bahçe koşullarında da uzun soluklu çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Bundan sonra yapılması planlanan kuraklık stresi çalışmalarında kök gelişiminin ayrıntılı olarak incelenmesi, sadece kök ağırlıklarının değil, sekonder köklerin oluşumu, kök boyu ve hacmi gibi diğer faktörlerin de incelenmesi yararlı olacaktır.

Bu çalışma ile kuraklığa dayanıklı anaçlar tespit edilmiştir. Fakat bu anaçların özelliklerini üzerine aşılana çeşide ne şekilde aktarabileceğinin belirlenebilmesi için üzerlerine çeşitler aşılanaarak yeni çalışmalar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L., Eivazi, A., 2011. Effect of Drought Stress on Apple Dwarf Rootstocks. *Technical Journal of Engineering and Applied Science*, 1(3), 86-94.
- Alscher, R.G., Erturk, N., Heath, L.S., 2002. Role of Superoxide Dismutases (SOD) in Controlling Oxidative Stress in Plants. *Journal of Experimental Botany*, 53, 1331-1341.
- Altınkale, S., 2001. Eğirdir ve Burdur Göllerinin Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 177 s, Isparta.
- Anonim, 2014. FAO, [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Arisi, A-CM., Cornic, G., Jouanin, L., Foyer, C.H., 1998. Overexpression of Superoxide Dismutase in Transformed Modifies the Regulation of Photosynthesis at Low CO<sub>2</sub> Partial Pressures or Following Exposure to Prooxidant Herbicide Methyl Viologen. *Plant Physiology*, 117, 565-74.
- Arjenaki, F.G., Jabbari, R., Morshedi, A., 2012. Evaluation of Drought Stress on Relative Water Content, Chlorophyll Content and Mineral Elements of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(11), 726-729.
- Arndt, S.K., Clifford, S.C., Wanek, W., Jones, H. G., Popp, M., 2001. Physiological and Morphological Adaptations of the Fruit Tree *Ziziphus Rotundifolia* in Response to Progressive Drought Stress. *Tree Physiology*, 21(11), 705-715.
- Arzani, K., Arji, I., 2002. The Response of Young Potted Olive Plants Cv. "Zard" to Water Stress and Deficit Irrigation. *Acta Horticulture*, (ISHS) 586, 419-422.
- Asada, K., 2006. Production and Scavenging of Reactive Oxygen Species in Chloroplasts and Their Functions. *Plant Physiology*, 141(2), 391-396.
- Ashraf, M., Foolad, M. R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
- Atkinson, C.J., Policarpo, M., Webster, A.D., Kuden, A.M., 1999. Drought Tolerance of Apple Rootstocks: Production and Partitioning of Dry Matter. *Plant and Soil*, 206(2), 223-235.
- Babalık, Z., 2012. Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 235 s, Isparta.

- Babalık, Z., Hallaç Türk, F., Göktürk Baydar, N., 2015. In Vitro Koşullarda Su Stresi Altındaki Kober 5 BB Asma Anacında Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Değişimlerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27, 552-563.
- Bacelar, E.A., Santos, D.L., Moutinho-Pereira, J.M., Gonçaves, B.C., Ferreira, H.F., Correia, C.M., 2006. Immediate Responses and Adaptative Strategies of Three Olive Cultivars under Contrasting Water Availability Regimes: Changes on Structure and Chemical Composition of Foliage and Oxidative Damage. Plant Science, 170, 596–605.
- Bashor, C.J., Dalton, D.A., 1999. Effects of Exogenous Application and Stem Infusion of Ascorbate on Soybean (*Glycine max*) Root Nodules. New Phytologist, 142, 19-26.
- Basil, E., Hu, H., Brown, P.H., 2004. Use of Phenylboronic Acids to Investigate Boron Function in Plants. Possible Role for Boron in Transvacuolar Cytoplasmic Strands and Cell-to-Wall Adhesion. Plant Physiology, 136, 3383-3395.
- Bayat, R., Kuşvuran, Ş., Üstün, A. S., Ellialtıoğlu, Ş., 2012. Tuza Tolerans Özelliği Farklı İki Kabak Genotipine Ait Fidelere Yapılan Dışsal Prolin Uygulamalarının Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Konya, 456-460.
- Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelian, K., Nedunchezian, N., 2006. Effect of Water Deficit on Photosynthetic and Other Physiological Responses in Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. Photosynthetica, 44 (1), 151-154.
- Bian, Y.M., Chen, S.Y., Xie, M.Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants, Plant Physiology Communications, 6, 19-21.
- Blevins, D.G., Lukaszewski, K.M., 1998. Boron in Plant Structure and Function. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 49, 481-500.
- Blum, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments, Critical Reviews in Plant Sciences, 2, 199-237.
- Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., İkinci, A., Tonkaz, T., 2014. The Effect of Water Stress on Some Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics and Bud Success on Apple and Quince Rootstocks. The Scientific World Journal, Volume 2014, Article ID 769732. 8p, doi:10.1155/2014/769732.
- Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I., Lux, A., 2007. Zinc in Plants. New Phytologist, 173, 677-702.
- Buckland, S.M., Price, A.H., Hendry, G.A.F., 1991. The Role of Ascorbate in Drought-Treated *Cochleria Atlantica* Pobed. and *Armeria maritima* (Mill.) Wild, New Phytologist, 119, 155-160.



- Büyük, İ., Aydın, S.S., Aras, S., 2012. Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2), 97-110.
- Campbell, J., 2003. Pear rootstocks. NSW. Ext. Pub. Agfact (1st ed.), New South Wales Agriculture, Australia.
- Clemens, S., 2001. Molecular Mechanisms of Plant Metal Tolerance and Homeostasis. *Planta*, 212, 475-486.
- Chartzoulakis, K., Patakas, A., Kofidis, G., Bosabalidis, A., Nastou, A., 2002. Water Stress Affects Leaf Anatomy, Gas Exchange, Water Relations and Growth of Two Avocado Cultivars. *Scientia Horticulturae*, 95(1), 39-50.
- Chaudiere, J., Ferrari-Iliou, R., 1999. Intracellular Antioxidants: From Chemical to Biochemical Mechanisms. *Food Chemical Toxicology*, 37, 949-962.
- Camacho-Cristobal, J.J., Rexach, J., Gonzalez-Fontes, A., 2008. Boron in Plants: Deficiency and Toxicity. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50, 1247-1255.
- Coseteng, M.Y., Lee, C.Y., 1987. Changes in Apple Polyphenoloxidase and Polyphenol Concentrations in Relation to Degree of Browning. *Journal of Food Science*, 52(4), 985-989.
- Çakmak, I., Marschner, H., 1992. Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. *Plant Physiology*, 98(4), 1222-1227.
- Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T., 1997. Reaktif Oksijen Partikülleri ve Antioksidan Savunma. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 3, 92-95.
- Çaylak, E., 2011. Hayvanlar ve Bitkilerde Oksidatif Stres ile Antioksidanlar. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 73-83.
- Çırak, C., Esendal, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 231-237.
- de Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., de Abreu, C.E.B., Gomes-Filho, E., 2006. Effect of Salt Stress on Antioxidative Enzymes and Lipid Peroxidation in Leaves and Roots of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Maize Genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 56(1), 87-94.
- Damatta, F., Loos, R.A., Silva, E.A., Loureiro, M.E., Ducatti, C., 2002. Effects of Soil Water Déficit and Nitrogen Nutrition on Water Relations and Photosynthesis of Pot-Grown *Coffea Canephora* Pierra Trees, 16, 555-558.
- Da Silva, E.C., Nogueira, R.J.M.C., Da Silva, M.A., De Albuquerque, M.B., 2011. Drought Stress and Plant Nutrition. *Plant Stress*, 5, 32-41.

- Dejong, T.M., Phillips, D.A., 1982. Water Stress Effects on Nitrogen Assimilation and Growth of *Trifolium subterraneum* L. Using Dinitrogen or Ammonium Nitrate. *Plant Physiology*, 69, 416-420.
- Demir, Ö., Atay, H., Eskiöglu, O., Tuvan, A., Demircan, M., Akçakaya, A., 2013. RCP 4.5 Senaryosuna Göre Türkiye’de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul, 3-5 Haziran, Türkiye.
- Dhindsa, R.S., Mathowe, W., 1981. Drought Tolerance in Two Mosses : Correlated with Enzymatic Defence Against Lipid Peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, 32(1), 79-91.
- Doğan, M., 2012. Azot Uygulamasının Tuz Stresi ve Antioksidan Enzim Aktivitesine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(3), 297-306.
- Doğan, M., Avu, A., 2013. Kuraklık Stresine Karşı Bor Bileşiklerinin Soyada (*Glycine max.* L.) Büyüme Parametrelerine Etkisi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2), 1-13.
- Dubey, R.S., Pessaraki, M. 2002. Physiological Mechanisms of Nitrogen Absorption and Assimilation in Plants under Stressful Conditions. in Passarakli, M. (Ed) *Handbook of Plant and Crop Physiology* (636-655). Marcel Dekker Inc, 1993p, New York.
- DuBois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.T., Smith, F., 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
- Erbil, Y., Burak, M., 1999. Meyve Fidan Üretiminde Klon Anaçlarının Kullanımı ve Önemli Klon Anaçları, *Tarım ve Köy Dergisi*, 128.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185-212.
- Faye, I., Diouf, O., Guisse, A., Sene, M., Diallo, N., 2006. Characterizing Root Responses to Low Phosphorus in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) R. Br.). *Agronomy Journal*, 98, 1187-1194.
- Fernandez, R.T., Perry, R.L., Flore, J.A., 1997. Drought Response of Young Apple Trees on Three Rootstocks. II. Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence, Water Relations and Leaf Abscisic Acid. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 122(6), 841-848.
- Foyer, C.H., Valadier, M.H., Migge, A., Becker, T.W., 1998. Drought-Induced Effects on Nitrate Reductase Activity and Mrna and on the Coordination of Nitrogen and Carbon Metabolism in Maize Leaves. *Plant Physiology*, 117, 283- 292.

- Foyer, C.H., 2002. The Contribution of Photosynthetic Oxygen Metabolism to Oxidative Stress in Plants. In: Inze D, Montago MV. (Ed.), Oxidative Stress in Plants (33-68), Taylor and Francis Publishers, New York.
- Fu, J., Huang, B., 2001. Involvement of Antioxidants and Lipid Peroxidation in the Adaptation of Two Cool-Season Grasses to Localized Drought Stress. Environmental and Experimental Botany, 45, 105–114.
- Garcia-Sanchez, F., Syvertsen, J., Gimeno, V., Botía, P., Perez-Perez, J.G., 2007. Responses to Flooding and Drought Stress by Two Citrus Rootstock Seedlings with Different Water-Use Efficiency. Physiologia Plantarum, 130(4), 532-542.
- Gholami, M., Rahemi, M., Kholdebarin, B., Rastegar, S., 2012. Biochemical Responses in Leaves of Four Fig Cultivars Subjected to Water Stress and Recovery. Scientia Horticulturae, 148 (6), 109–117.
- Goldbach, H.E., Wimmer, M.A., 2007 Boron in Plants and Animals: Is There a Role Beyond Cell-Wall Structure? Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170, 39-48.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., 1994. Antioxidant Response to NaCl Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Cultivars of Cotton. Crop Science, 34, 706-714.
- Göksoy, A.T., Turan, Z.M., 1991. Kuraklığın Bitki Fizyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 8, 189-199.
- Günen, Y., Mısırlı, A., 2004. Armut (*Pyrus spp.*) Yetiştiriciliğinde Anaç Kullanımı. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 14(1), 111-118.
- Güneş, A., Cicek, N., İnal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Güneri, E., Güzelordu, T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at Pre- and Post-Anthesis Stages and Its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. Plant Soil and Environment, 52(8), 368–376.
- Güner, U., 2014. Toksikoloji. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 142s, Edirne.
- Gürel, A., Avcıoğlu, R., 2001. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi. Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., (Ed.), Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları İçinde (288-326). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 435s, Konya.
- Haifeng, G., Cuina, F., Xinnan, L., 2011. Effects of Drought Stress Onantioxidant Systemof Leaves from Different Citrus Rootstocks. Agricultural Science and Technology, 11(8), 32–35.

- Hartman, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L., 1997. *The Biology of Grafting Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice-Hall, Inc., 662p. New Jersey.
- Hassan, N.A.K., Drew, J.V., Knudsen, D., Olson, R.A., 1970. Influence of Soil Salinity on Production of Dry Matter and Uptake and Distribution of Nutrients in Barley and Corn. 1. Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Agronomy Journey*, 62, 43-45.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., 1999. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Prentice-Hall press, 631p, London.
- Hawkesford, M.J., Buchner, P., 2001. *Molecular Analysis of Plant Adaptation to the Environment*. Springer Science and Business Media, 271p, Harpenden.
- Hsiao, T.C., 1973. Plant Responses to Water Stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24(1), 519-570.
- Hu, Y., Von Tucher, S., Schmidhalter, U., 2000. Spatial Distributions and Net Deposition Rates of Fe, Mn and Zn in the Elongating Leaves of Wheat under Saline Soil Conditions. *Australia Journal Plant Physiology*, 27, 53–59.
- Hu, Y., Schmidhalter, U., 2001. Effects of Salinity and Macronutrient Levels on Micronutrients in Wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 273–281.
- Hu, Y., Schmidhalter, U., 2005. Drought And Salinity: A Comparison of Their Effects on Mineral Nutrition of Plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549.
- Hu, Y., Burucs, Z., Tucher, S.V., Schmidhalter, U., 2007. Short-Term Effects of Drought and Salinity on Mineral Nutrient Distribution Along Growing Leaves of Maize Seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 268-275.
- İpek, M., 2015. *In Vitro Şartlarda Garnem ve Myrobolan 29 C Anaçlarının Kurak Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 142s, Konya.
- Ismail, M.R., Yusoff, M.K., Mahmood, M., 2004. Growth Water Relations, Stomatal Conductance and Proline Concentration in Water Stressed Banana (*Musa spp.*) Plants, *Asian Journal of Plant Science*, 3(6), 709-713.
- Jaleel, C.A., Manivannan, M., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, Y., Panneerselvam, R., 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 100-105.

- Jiang, T., Jahangir, M., Jiang, Z., Lu, X., Ying, T., 2010. Influence of UV-C Treatment on Antioxidant Capacity, Antioxidant Enzyme Activity and Texture of Postharvest Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushrooms During Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 56(3), 209-215.
- Jin, J., Wang, G., Liu, X., Pan, X., Herbert, S.J., Tang, C., 2006. Interaction Between Phosphorus Nutrition and Drought on Grain Yield and Assimilation of Phosphorus and Nitrogen in Two Soybean Cultivars Differing in Protein Concentration in Grains. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1433-1449.
- Kabay, T., Şensoy, S., 2016. Kuraklık Stresinin Bazı Fasulye Genotiplerinde Oluşturduğu Enzim, Klorofil ve İyon Değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 380-395.
- Kadıoğlu, M., 2008. Kuraklık Kıranı Risk Yönetimi. Kadıoğlu, M., Özdamar, E., (Ed.), *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri İçinde (277-300)*. JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Kapluhan, E., 2012. Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.
- Kaya, Ü., 2012. Ayvalık ve Gemlik Zeytin Fidanlarında Farklı Sulama Düzeylerinin Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi. *Zeytin Bilimi*, 3(1), 35-42.
- Kayabaşı, S., 2011. Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soyada (*Glycine max* L.) Bazı Fizyolojik Parametreler ile Prolin Birikiminin Araştırılması. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 40s, Şanlıurfa.
- Kaynaş, K., Kaynaş, K., Öz, F., Burak, M., 1995. Değişik Anaçlar Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Kurağa Dayanımları. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 3-6 Ekim, Adana, Cilt:1, 1-5.
- Keskin, B.C., 2012. Bitkilerde Sinyal İletimi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (1), 53-73.
- Khan, M.B., Hussain, N., Iqbal, M., 2001. Effect of Water Stress on Growth and Yield Components of Maize Variety YHS 202. *Journele of Recherche Science*, 12, 15-18.
- Kiegle, E., Moore, C.A., Haselof, J., Tester, M.A., Knight, M.R., 2000. Cell Type Specific Calcium Responesen to Drought, Salt and Cold in Arabidopsis root. *The Plant Journal*, 23 (2), 267-278.
- Kıran, S., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş., Kuşvuran, Ş., 2014. Kuraklık Stresi Uygulanan Kavun Genotiplerinde Bazı Fizyolojik Değişimler Üzerine Araştırmalar. *Toprak Su Dergisi*, 3(1), 53-58.

- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş., 2015. Domates, Patlıcan ve Kavun Genotiplerinin Kuraklığa Dayanım Durumlarını Belirlemeye Yönelik Olarak İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkiler. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2), 9-25.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş., 2016. Tuza Tolerant ve Hassas Patlıcan Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Morfolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 130-138.
- Kırnak, H., Demirtaş, M.N., 2002. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3), 265-270.
- Kolesnikov, V.A., 1971. The Root Systems of Fruit Plants, MIR Publication, 269. Moscow.
- Knipp, G., Honermeier, B., 2006. Effect of Water Stress on Proline Accumulation of Genetically Modified Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) Generating Fructans. Journal of Plant Physiology, 163(4), 392-397.
- Korkmaz, K., 2007. Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. Alatarım Dergisi, 6(2), 43-49.
- Köşkeroğlu, S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106s, Muğla.
- Kramer, P.J., 1983. Water Relations of Plants. Academic Press, 489p, New York.
- Krol, A., Amarowicz, R., Weidner, S., 2014. Changes in the Composition of Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Grapevine Roots and Leaves (*Vitis vinifera* L.) under Continuous of Long-Term Drought Stress. Acta Physiologiae Plantarum, 36(6), 1491-1499.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Yaşar, F., 2007. Bazı Kavun (*Cucumis sp.*) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13(4), 395-404.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., Abak, K., 2008. Farklı Bamyas Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos , Yalova.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 355s, Adana.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., Abak, K., 2011. Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 21(3), 209-219.

- Kuşvuran, S., Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ő., 2012. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Çalışmalarında Antioksidant Enzim Aktiviteleri ile Dayanıklılık Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Konya, 472-477.
- Kutlu, İ., 2010. Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 3(1), 35-41.
- Küçükyumuk, C., Sarısu, H.C., Yıldız, H., Kaçal, E., Koçal, H., 2015. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Su Stresinin Bazı Vejetatif Gelişim Parametrelerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 25(2), 180-192.
- Leidi, E.O., Silberbush, M., Lips, S.H., 1991. Wheat Growth as Affected by Nitrogen Type, pH and Salinity. II. Photosynthesis and Transpiration. Journal of Plant Nutrition, 14, 247-256.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Second Edition, Academic Press, 607p, New York.
- Li, Y.C., Fan, W.G., Chen, S.L., 2008. Soil Drought Stress on Membranelipid Peroxidation and Antioxidant Enzymes in Pear Rootstock. Journal of Zhejiang Forestry, 25,437-441.
- Li, Z., Zhou, M., Hu, Q., Reighard, S., Yuan, S., Yuan, N., Luo, H., 2012. Manipulating Expression of Tonoplast Transporters. In Plant Salt Tolerance, Humana Press, 432p, New York.
- Lisar, S.Y., Rahman, I.M., Hossain, M.M., Motafakkerazad, R., 2012. Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses. Erişim Tarihi:10.10.2017. <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/27305.pdf>
- Liu, B., Li, M., Cheng, L., Liang, D., Zou, Y., Ma, F., 2012. Influence of Rootstock on Antioxidant System in Leaves and Roots of Young Apple Trees in Response to Drought Stress. Plant Growth Regulation, 67(3), 247-256.
- Lowler, D.W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic Carbon Assimilation and Associated Metabolism in Relation to Water Deficits in Higher Plants, Plant Cell Environ. 25, 275–294.
- Ma, J.F., 2005. Plant Root Responses to Three Abundant Soil Minerals: Silicon, Aluminum and Iron. Critical Reviews in Plant Sciences, 24, 267-281.
- Madhava Rao, K.V., Sresty, T.V.S., 2000. Antioxidative Parameters in the Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses. Plant Science, 157, 113-128.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stresses: an Overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444(2), 139-158.

- Mahieu, S., Germon, F., Aveline, A., Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E.S., 2009. The Influence of Water Stress on Biomass and N Accumulation, N Portioning Between Above and Below Ground Parts and on N Rhizodeposition During Reproductive Growth Of Pea (*Pisum sativum* L.). *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 380-387.
- Mahouachi, J., 2007 Growth and Mineral Nutrient Content of Developing Fruit on Banana Plants (*Musa acuminata* AAA, 'Grand Nain') Subjected to Water Stress and Recovery. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82, 839-844.
- Marron, N., Delay, D., Petit, J.M., Dreyer, E., Kahlem, G., Delmotte, F.M., Brignolas, F., 2002. Physiological Traits of Two Populus x Euramericana Clones, Luisa Avanzo and Dorskamp, During Water Stress and Re-Watering Cycle, *Tree Physiology*, 22, 849–858.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of High Plants*. Second Edition, London Academic Press, 889p, London.
- McLaughlin, S.B., Wimmer, R., 1999. Tansley Review No. 104 Calcium Physiology and Terrestrial Ecosystem Processes. *The New Phytologist*, 142(3), 373-417.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., 2001 *Principles of Plant Nutrition* (4th Edition), International Potash Institute, 687 p, Switzerland.
- Mengel, K., 2007. Potassium. In Barker, A.V., Pilbeam, D.J., (Eds.), *Handbook of Plant Nutrition* (91-120). CRC Taylor and Francis press, 725 p, New York.
- Mengü, G.P., Anaç, S., Özçakal, E., 2011. Kuraklık Yönetim Stratejileri. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 175-181.
- Merhaut, D.J., 2007. Magnesium. In: Barker, A.V., Pilbeam, D.J., (Eds.), *Handbook of Plant Nutrition* (145-181). CRC Taylor and Francis press, 725 p, New York.
- Mills, T.M., Behboudian, M.H., Clothier, B.E., 1996. Water Relations, Growth and the Composition of Braeburn Apple Fruit under Deficit Irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(2), 286-291.
- Mitcham, E.J., Elkins, R.B., 2007. *Pear Production and Handling Manual*. UCANR Publications, 215p, California.
- Mohammadkhani, N., Heidari, R., 2008. Drought-Induced Accumulation of soluble Sugars and Proline in Two Maize Varieties. *World Applied Science Journal*, 3(3), 448-453.
- Moller, I.M., Jensen, P.E., Hansson, A., 2007. Oxidative Modifications to Cellular Components in Plants. *Annual Review of Plant Biology*, 58, 459-481.



- Mundree, S.G., Baker, B., Mowla, S., Peters, S., Marais, S., Willigen, C.V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farrant, J.M., Thomson, J.A., 2002. Physiological and Molecular Insights into Drought Tolerance, *African Journal Biotechnology*, 1, 23-38.
- Muns, R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant, Cell and Environment*, 25(2), 239-250.
- Nanjo, T., 1999. Biological Functions of Proline in Morphogenesis and Osmotolerance Revealed in Antisense Transgenic *Arabidopsis thaliana*, *Plant Journal*, 18, 185-193.
- Nativ, R., Ephrath, J.E., Berliner, P.R., Saranga, Y., 1999. Drought Resistance and Water Use Efficiency in *Acacia soligna*, *Australian Journal of Botany*, 47, 577-586.
- Nautiyal, P.C., Ravindra, V., Joshi, Y.C., 2002. Dry Matter Partitioning and Water Use Efficiency under Water Deficit During Various Growth Stages in Groundnut, *Indian Journal Plant Physiology*, 7, 135-139.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L.P., 2014. Response of Plants to Water Stress. *Front Plant Science*, 5,86.
- Quan, W., Liu, X., Wang, H., Chan, Z., 2015. Comparative Physiological and Transcriptional Analyses of Two Contrasting Drought Tolerant Alfalfa Varieties. *Frontiers in Plant Science*, 6,1256.
- Öner, N., Ayan, S., Sivacıoğlu, A., İmal, B., 2006. Kuraklığın Tanımı ve Kurak Bölgelerin Ayrımında Kullanılan Yöntemler. Türkiye’de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalışmayı, 7-10 Kasım, Ürgüp, 261-270.
- Örs, S., Ekinci, M., 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. *Derim*, 32(2), 237-250.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler, Cilt II, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 200s, İzmir.
- Özer, H., Karadoğan, T., Oral, E., 1997. Bitkilerde Su Stresi ve Dayanıklılık Mekanizması. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 28(3), 488-495.
- Özpay, T., 2008. Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58s, Van.
- Öztürk, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.

- Öztürk, N.Z., 2015. Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(5), 307-315.
- Pimratch, S., Jogloy, S., Vorasoot, N., Toomsan, B., Patanothai, A., Holbrook, C.C., 2008. Relationship Between Biomass Production and Nitrogen Fixation under Drought-Stress Conditions in Peanut Genotypes With Different Levels of Drought Resistance. Journal of Agronomy and Crop Science, 194, 15-20.
- Pouyafard, N., Akkuzu, E., Kaya, Ü., 2016. Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Jotaf-Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1).
- Prasad, T.K., 1997. Role of Catalase in Inducing Chilling Tolerance in Preemergent Miazee Seedlings. Plant Physiology, 114, 1369-1376.
- Rahman, S.M.L., Mackay, A.W., Quebedeaux, B., Nawata, E., Sakuratani, T., Mesbah Uddin, A.S.M., 2002. Superoxide Dismutase Activity, Leaf Water Potential, Relative Water Content, Growth and Yield of a Drought-Tolerant and a Drought-Sensitive Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars, Subtropical Plant Science, 54, 16-22.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Jutur, P.P., Sumithra, K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. Environmental and Experimental Botany, 52(1), 33-42.
- Reddy, K.J., 2006. Nutrient Stress. In: Rao, K.V.M., Raghavendra, A.S., Reddy, K.J., (Eds.), Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants (187-217). Springer, Netherlands.
- Restrepo-Diaz, H., Benlloch, M., Fernandez-Escobar, R., 2008. Plant Water Stress and K<sup>+</sup> Starvation Reduce Absorption of Foliar Applied K<sup>+</sup> By Olive Leaves. Scientia Horticulturae, 116, 409-413.
- Rom, R.C., 1987. Introduction. 'Peach Rootstocks' Rootstocks for Fruit Crops. Rom, R.C., Carlson, R.F. (Eds), A Wiley-Interscience Publication.
- Römheld, V., Nikolic, M., 2007. Iron. In: Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (Eds.), Handbook of Plant Nutrition (329-350). CRC Taylor and Francis press, New York.
- Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., 1996. Mycorrhizal Colonization and Drought Stress as Factors Affecting Nitrate Reductase Activity in Lettuce Plants. Agriculture, Ecosystems and Environment, 60, 175-181.
- Ryan, J., Estafan, G., Rashid, A., 2001. Soil and Plant Analysis Laboratory, Manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria, 135-140 p.

- Sakalauskaite, J., Kviklys, D., Lanauskas, J., Duchovskis, P., 2006. Biomass Production, Dry Weight Partitioning and Leaf Area of Apple Rootstocks under Drought Stress. *Sodininkyste Ir Darzininkyste*, 25(3), 283-291.
- Sardans, J., Penuelas, J., 2004. Increasing Drought Decreases Phosphorus Availability in Evergreen Mediterranean Forest. *Plant and Soil*, 267, 367-377.
- Sardans, J., Penuelas, J., Ogaya, R., 2008. Drought's Impact on Ca, Fe, Mg, Mo and S Concentration and Accumulation Patterns in the Plants and Soil of a Mediterranean Evergreen *Quercus ilex* Forest. *Biogeochemistry*, 87, 49-69.
- Sgherry, C.L.M., Pinzino, C., Navari-Izzo, F., 1996 Sunflower Seedlings Subjected to Increasing Water Stress by Water Deficit: Changes in O<sub>2</sub>- Production Related to the Composition of Thylakoid Membranes, *Physiology Plant*, 96, 446-452.
- Shalaby, E.E., Epstein, E., Qualset, C.O., 1993. Variation in Salt Tolerance Among Some Wheat and Triticale Genotypes. *Journal Agronomy and Crop Science*, 171, 298-304.
- Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.A., Manivannan, P., Panneerselvam, R., Shao, M.A., 2009. Understanding Water Deficit Stress-Induced Changes in the Basic Metabolism of Higher Plants—Biotechnologically and Sustainably Improving Agriculture and the Ecosystem in Arid Regions of the Globe. *Critical Reviews in Biotechnology*, 29(2), 131-151.
- Sibomana, I.C., Aguyoh, J.N., Opiyo, A.M., 2013. Water Stress Affects Growth and Yield of Container Grown Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill), *Plantshe Global Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 2(4), 461-466.
- Silva, M.A., Jifon, J.L., Da Silva, J.A.G., Sharma, V., 2007. Use of Physiological Parameters as Fast Tools to Screen for Drought Tolerance in Sugarcane. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 19, 193-201.
- Silva, E.C, Nogueira, R.J.M.C., Vale, F.H.A., Araujo, F.P., Pimenta, M.A., 2009. Stomatal Changes Induced by Intermittent Drought in Four Umbu Tree Genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21, 33-42.
- Silveira, J.A.G., Costa, R.C.L., Oliveira, J.T.A., 2001. Drought-Induced Effects and Recovery of Nitrate Assimilation and Nodule Activity in Cowpea Plants Inoculated with *Bradyrhizobium spp.* under Moderate Nitrate Level. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32, 187-194.
- Sivritepe, N., Ertürk, U., Yerlikaya, C., Türkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., 2008. Response of the Cherry Rootstock to Water Stress Induced In Vitro. *Biologia Plantarum*, 52(3), 573-576.
- Smirnoff, N., 1998. Plant Resistance to Environmental Stress. *Current Opinion in Biotechnology*, 9(2), 214-219.

- Smirnoff, N., 2000. Ascorbic Acid: Metabolism and Functions of a Multi-Faceted Molecule. *Current Opinion in Plant Biology*, 3(3), 229-235.
- Sofa, A., Dichio, B., Xiloyannis, C., Masia, A., 2004. Lipoxygenase Activity and Proline Accumulation in Leaves and Roots of Olive Trees in Response to Drought Stress. *Physiologia Plantarum*, 121(1), 58-65.
- Suther, D.M., Patel, M.S., 1992. Yield and Nutrient Absorption by Groundnut and Iron Availability in Soil as Influenced by Lime and Soil Water. *Journal Indian Society Soil Science*, 40, 594–596.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2006. *Plant Physiology*. 4th. Sinauer Associate, Sunderland, Mass., EUA.
- Tıprıdamaz, R., Çakırlar, H., 1990. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Türkiye’de Yetiştirilen İki Çeşidinde Tuz ve Su Stresinin Oransal Su Kapsamı Prolin ve Betain Değişimine Etkisi. *Doğa-Tr. Journal of Biology*, 14 ( 2), 125-148.
- Turan, M., Horuz, A., 2012. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri, Bitki Besleme, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, 123s, Ankara.
- Turner, L.B., 1985. Changes in the Phosphorus Content of *Capsicum annuum* Leaves During Water-Stress. *Journal Plant Physiology*, 121, 429–439.
- Turner, N.C., 1986. Crop water deficits : A decade of progress. *Advan. in Agron.*, 39: 1-51.
- Upreti, K.K., Murti, G.S.R., Bhatt, R.M., 1998. Response of French Bean Cultivars to Water Deficits: Changes in Endogenous Hormones, Proline and Chlorophyll. *Biologia Plantarum*, 40(3), 381–388.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G.D., Yurtseven, E., Suarez, D.L., 2010. Effects of Salinity on Eggplant (*Solanum melongena* L.) Growth and Evapotranspiration. *Journal of Irrigation and Drainage*, 59, 203–214.
- Verma, T.S., Neue, H.U., 1984. Effect of Soil-Salinity Level and Zinc Application on Growth, Yield and Nutrient Composition of Rice. *Plant Soil*, 82, 3–14.
- Wang, Y.S., Tian, S.P., Xu, Y., 2005. Effects of High Oxygen Concentration on Pro- and Anti-Oxidant Enzymes in Peach Fruits During Postharvest Periods. *Food Chemistry*, 91(1), 99-104.
- Wang, S., Liang, D., Li, C., Hao, Y., Ma, F., Shu, H., 2012. Influence of Drought Stress on the Cellular Ultrastructure and Antioxidant System in Leaves of Drought-Tolerant and Drought-Sensitive Apple Rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 51, 81-89.
- WMO, 1997. “Extreme Agrometeorological Events”. CagM-X Working Group, Geneva.

- Yağmur, Y., 2008. Farklı Asma (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, 108s, İzmir.
- Yakushiji, H., Morinaga, K., Nonami, H., 1998. Sugar Accumulation and Partitioning in Satsuma Mandarin Tree Tissues and Fruit in Response to Drought Stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(4), 719-726.
- Yang, F., Hu, J., Li, J., Wu, X., Qian, Y., 2009. Chitosan Enhances Leaf Membrane Stability and Antioxidant Enzyme Activities in Apple Seedlings under Drought Stress. *Plant Growth Regulation*, 58(2), 131-136.
- Yancey, P.H., Clark, M.E., Hand, S.C., Bowlus, R.D., Somero, G.N., 1982. Living with Water Stress: Evolution of Osmolyte System. *Science*, 217, 1214-1222.
- Yıldız, M., Terzi, H., 2007a. Bitkilerin Yüksek Sıcaklık Stresine Toleransının Hücre Canlılığı ve Fotosentetik Pigmentasyon Testleri ile Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(1-2), 47-60.
- Yıldız, M., Terzioğlu, S., 2007b. Yüksek Sıcaklık Stresinde Bitki Sıcaklık Şoku Proteinlerinin Rolü. *Anadolu University Journal of Sciences and Technology*, 8(1).
- Yin, C., Wang X., Duan, B., Luo, J., Li, C., 2005. Early Growth, Dry Matter Allocation and Water Use Efficiency of Two Sympatric Populus Species as Affected Water Stress. *Environmental and Experimental Botany*, 53: 315-322.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İbrahim GÜR  
Doğum Yeri ve Yılı : Dinar 1977  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : igur03@hotmail.com.tr

### Eğitim Durumu

Lise : Çankırı Ziraat Meslek Lisesi, 1994  
Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü-1999  
Yüksek Lisans : S.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri A.B.D.-2008

### Mesleki Deneyim

Atabey İlçe Tarım Müdürlüğü 1995-2002  
Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eğirdir, Isparta 2002 - .....(halen)

### Yayınları

Akgül, H., Dolunay, E.M., Özongun, Ş., Özyiğit, S., Atasay, A., Demirtaş, İ., Pektaş, M., Öztürk, G., Karamürsel, Ö.F., Sesli, Y., Göktaş, A., Gür, İ., Sarısu, H.C., Karaarslan, Z., 2005. Meyve Çeşit Kataloğu. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, 360s, Eğirdir.

Aksu, M., Sarısu, H.C., Demirtaş, İ., Gür, İ., Çalhan, Ö., Onursal, C.E., 2014. Eğirdir Koşullarında Early Lory ve Cristalina Kiraz Çeşitlerinin Çatlamaya Dayanımlarının ve Meyve Kalite Kriterlerinin İncelenmesi. Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi, Abstract Book, 22-25 Eylül, Diyarbakır, 185-186.

Aksu, M., Sarısu, H.C., Demirtaş, İ., Gür, İ., Koçal, H., Güneşli, A., 2014. Determination of Cracking Resistance and Fruit Quality Parameters of Big Lory and Prime Giant Cherry Cultivars under the Ecological Conditions of Eğirdir (Isparta). Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue: 2, 1753-1756.

- Aksu, M., Sarısu, H.C., Öztürk, Y., Gür, İ., Koçal, H., 2012. Bazı Yabani Vişne (*Prunus cerasus* L.) Tiplerinin RAPD Tekniği İle Moleküler Karakterizasyonu. TABAD, 5 (1), 78-81.
- Baş, M., Gür, İ., 2009. Bazı Şeftali Çöğür Anaçlarının Verim, Gelişme ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Eğirdir Lokasyonu Sonuç Raporu, Eğirdir.
- Demirtaş, İ., Aksu, M., Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Gür, İ., Koçal, H., Sesli, Y., Öztürk, F.P., Babalık, Z., Aydınli, M., 2015. Breeding of Early Ripening Sweet Cherry Cultivars. Abstract Book, II. International Plant Breeding Congress and Eucarpia – Oil and Protein Crops Section Conference. 01-05 November, Antalya, 232.
- Demirtaş, İ., Sarısu, H.C., Aksu, M., Karamürsel, Ö.F., Gür, İ., Kocal, H., Sesli, Y., Öztürk, F.P., Babalık, Z., Aydınli, M., Eraslan, F., 2014. Breeding of New Sweet Cherry Varieties. New Approaches in Apple and Cherry Growing and Breeding Techniques Workshop Book, 22-24 Mayıs, Adana, 75-79.
- Demirtaş, İ., Sarısu, H.C., Aksu, M., Karamürsel, Ö.F., Gür, İ., Kocal, H., Sesli, Y., Öztürk, F.P., Babalık, Z., Aydınli, M., Eraslan, F., 2014. Breeding of Late Ripening Sweet Cherry Varieties. Balkan Agriculture Congress. 8-10 September, Edirne.
- Gür, İ., Koçal, H., Aksu, M., Karamürsel, Ö.F., Sarısu, H.C., Sesli, Y., Demirtaş, İ. 2015. Selection of *Prunus Cerasifera* Plum Species in Isparta, Kütahya Cities and Evaluation of Rootstock Characteristics. 2. International Plant Breeding Congress. Abstract Book, 230p, Antalya
- Gür İ., Pırlak, L., 2011 .Eğirdir Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı şeftali Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Tespiti. Derim, 28(2),27-41.
- Gür, İ., Koçal, H., Aksu, M., Karamürsel, Ö.F., Sarısu, H.C., Sesli, Y., Demirtaş, İ., 2016. Seleksiyon Yolu ile Klonal Erik Anaçlarının Geliştirilmesi. Uluslararası Bitki Islahı Proje Pazarı, Antalya
- Güven, K., Gür, İ., Atasay, A., Sarısu, H.C., Akgül, H., Gencer, G., 2005. Şeftali ve Nektarin Adaptasyon Denemesi Sonuç Raporu. Eğirdir.
- Güven, K., Gür, İ., Atasay, A., Sarısu, H.C., Akgül, H., Gencer, G., 2007. Isparta ve Geçit İklimine Uygun Şeftali Çeşitlerinin Seçimi 5.Ulusal Bahçe Bitkileri Sempozyumu. 4-7 Eylül, Erzurum, 1, 374-379.
- Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Öztürk, F.P., Demirtaş, İ., Koçal, H., Gür, İ., Yürekli, Ö., Şevik, İ., 2016. Fruit Characteristics, Phenology and Yield of Six Sweet Cherry Cultivars. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4), 547-555.

- Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Gür, İ., Koçal, H., Yürekli Cengiz, Ö., Demirtaş İ., Öztürk, F.P., 2016. The performance of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Cultivar on Different Rootstocks. Acta Hort (ISHS), 1139, 167-172.
- Sarısu, H.C., Gür, İ., Yürekli Cengiz, Ö., 2015. 0900 Ziraat Kiraz Çeşidi İçin Kaliteli Tozlayıcı Çeşitler. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 25-29 Ağustos, Çanakkale, 282.
- Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Gür, İ., Koçal, H., Yürekli Cengiz, Ö., Demirtaş, İ., Öztürk, F.P., 2015. The performance of '0900 Ziraat' sweet cherry variety on different rootstocks. Third Balkan Symposium on Fruit Growing, 16-18 September, 42p, Belgrade.
- Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Öztürk, F.P., Demirtaş, İ., Gür, İ., Koçal, H., Aksu, M., Babalık, Z., Sekmen, Ş., 2015. Correlation Between Lignin Amount in Cortex and Cherry Rootstock Vigour. Latest Technologies for Crop Improvement Workshop, 22-27 February, 35p, Antalya.
- Sarısu, H.C., Karamürsel, Ö.F., Öztürk, F.P., Demirtaş, İ., Gür, İ., Koçal, H., Aksu, M., Babalık, Z., Sekmen, Ş., Özyiğit, S., 2013. Selection Breeding of Wild *Prunus cerasus* L. Clonal Rootstocks for Sweet and Sour Cherries. International Plant Breeding Congress, Abstract Book, 489p, Antalya.