

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILAN FARKLI
ANAÇLARIN TUZLULUĞA TOLERANSLARININ
MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
PARAMETRELER İLE İNCELENMESİ**

Melih AYDINLI

**Danışman
Prof. Dr. Fatma YILDIRIM**

ISPARTA-2021



© 2021 [Melih AYDINLI]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Armut (<i>Pyrus Spp.</i>) ile İlgili Genel Bilgiler.....	7
2.2. Bitkilerde Oluşan Stresin Tanımı ve Tarımsal Üretime Etkileri	9
2.3. Tuz Stresi ve Tuzluluğun Dünya ile Türkiye’ deki Durumu	10
2.4. Tuz Stresinin Bitkiler Üzerindeki Olumsuz Etkileri	15
2.4.1. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki morfolojik değişimler üzerine etkileri	16
2.4.2. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki fizyolojik değişimler üzerine etkileri	18
2.4.3. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki biyokimyasal değişimler üzerine etkileri	21
2.5. Armutta Tuz Stresi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	27
2.6. Farklı Bitki Türlerinde Tuz Stresi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar.....	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Materyal	39
3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyaller ve özellikleri	39
3.1.2. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri	39
3.2. Metot	40
3.2.1. Bitkilerin saksılara dikilmesi.....	41
3.2.2. Denemenin kurulması ve NaCl içeren sulama suyu uygulamalarının yapılması	42
3.2.3. Denemenin sonlanması ve yaprak örneklerinin alınması.....	43
3.2.4. Bitkilerde yapılan bazı morfolojik ölçümler	45
3.2.4.1. Bitki boyunun belirlenmesi	45
3.2.4.2. Bitki çapının belirlenmesi	45
3.2.4.3. Yaprak alanının belirlenmesi	46
3.2.4.4. Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi.....	46
3.2.4.5. Zararlanma derecesinin belirlenmesi.....	46
3.2.5. Bitkilerde yapılan bazı fizyolojik ölçümler.....	47
3.2.5.1. Membran stabilite endeksinin belirlenmesi	47
3.2.5.2. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi	47
3.2.5.3. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi	47
3.2.6. Bitkilerde yapılan bazı biyokimyasal analizler	48
3.2.6.1. Yaprakların klorofil yoğunluğunun belirlenmesi.....	48
3.2.6.2. Yapraklardaki prolin miktarının belirlenmesi	48
3.2.6.3. Yapraklardaki glisin betain miktarının belirlenmesi.....	49
3.2.6.4. Yapraklardaki hidrojen peroksit miktarının belirlenmesi	49
3.2.6.5. Yapraklardaki toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	49
3.2.6.6. Yapraklardaki toplam flavonoid içeriğinin belirlenmesi	50
3.2.6.7. Yapraklardaki toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi	50
3.2.6.8. Yapraklardaki bazı fenolik bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi.....	50
3.2.6.9. Yapraklardaki lipid peroksidasyon miktarının belirlenmesi.....	51

3.2.6.10. Yapraklardaki süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi	51
3.2.6.11. Yapraklardaki katalaz aktivitesinin belirlenmesi	52
3.2.6.12. Yapraklardaki glutatyon peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi	52
3.2.6.13. Yapraklardaki dehidroaskorbat reduktaz aktivitesinin belirlenmesi	52
3.2.6.14. Yapraklardaki askorbat peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi	52
3.2.6.15. Yapraklardaki glutatyon reduktaz aktivitesinin belirlenmesi	53
3.2.7. Yapraklarda yapılan mineral madde analizleri	53
3.2.8. İstatistiksel analizler	53
4. BULGULAR	54
4.1. NaCl Stresinin Bazı Morfolojik Değişimlere Etkisi	54
4.1.1. NaCl stresinin bitki boyuna etkisi	54
4.1.2. NaCl stresinin bitki çapına etkisi	57
4.1.3. NaCl stresinin yaprak alanına etkisi	59
4.1.4. NaCl stresinin kök yaş ağırlığına etkisi	63
4.1.5. NaCl stresinin kök kuru ağırlığına etkisi	66
4.1.6. NaCl stresinin zararlanma derecesi üzerine etkisi	69
4.2. NaCl Stresinin Bazı Fizyolojik Değişimlere Etkisi	70
4.2.1. NaCl stresinin yapraklardaki membran stabilite endeksi üzerine etkisi	70
4.2.2. NaCl stresinin yaprak su potansiyeli üzerine etkisi	73
4.2.3. NaCl stresinin stoma iletkenliği üzerine etkisi	85
4.3. NaCl Stresinin Bazı Biyokimyasal Değişimlere Etkisi	97
4.3.1 NaCl stresinin klorofil yoğunluğu üzerine etkisi	97
4.3.2. NaCl stresinin yapraklardaki prolin, glisin betain ve hidrojen peroksit miktarı üzerine etkisi	108
4.3.3. NaCl stresinin yapraklardaki toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite üzerine etkisi	117
4.3.4. NaCl stresinin yapraklardaki fenolik bileşiklerin miktarı üzerine etkisi	125
4.3.4.1. NaCl stresinin yapraklardaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarı üzerine etkisi	125
4.3.4.2. NaCl stresinin yapraklardaki klorojenik asit, ferulik asit ve <i>p</i> -kumarik asit miktarı üzerine etkisi	136
4.3.4.3. NaCl stresinin yapraklardaki rutin ve kuersitrin miktarları üzerine etkisi ..	144
4.3.5. NaCl stresinin yapraklardaki lipid peroksidasyon miktarı üzerine etkisi	149
4.3.6. NaCl stresinin yapraklardaki antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi ..	151
4.3.6.1. NaCl stresinin yapraklardaki süperoksit dismutaz aktivitesi üzerine etkisi ..	152
4.3.6.2. NaCl stresinin yapraklardaki katalaz aktivitesi üzerine etkisi	154
4.3.6.3. NaCl stresinin yapraklarda glutatyon peroksidaz aktivitesi üzerine etkisi ..	157
4.3.6.4. NaCl stresinin yapraklarda dehidroaskorbat reduktaz aktivitesi üzerine etkisi	159
4.3.6.5. NaCl stresinin yapraklarda askorbat peroksidaz aktivitesi üzerine etkisi ...	162
4.3.6.6. NaCl stresinin yapraklarda glutatyon reduktaz aktivitesi üzerine etkisi	164
4.3.7. NaCl stresinin yapraklardaki mineral madde miktarı üzerine etkisi	167
4.3.7.1. NaCl stresinin yapraklardaki sodyum miktarı üzerine etkisi	167
4.3.7.2. NaCl stresinin yapraklardaki azot, fosfor ve potasyum miktarı üzerine etkisi	169
4.3.7.3. NaCl stresinin yapraklardaki kalsiyum ve magnezyum miktarı üzerine etkisi	177
4.3.7.4. NaCl stresinin yapraklardaki demir, bakır ve mangan miktarı üzerine etkisi	182
4.3.7.5. NaCl stresinin yapraklardaki çinko ve bor miktarı üzerine etkisi	189

5. TARTIŞMA VE SONUÇ	195
KAYNAKLAR	228
ÖZGEÇMİŞ	276



ÖZET

Doktora Tezi

ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILAN FARKLI ANAÇLARIN TUZLULUĞA TOLERANSLARININ MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELER İLE İNCELENMESİ

Melih AYDINLI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatma YILDIRIM

Dünyada, sulanan tarım arazilerin yaklaşık %50'sinde tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzlulaşan alanlarının giderek artması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir.

Bu çalışmada, farklı düzeylerde oluşturulan NaCl stresi altında bazı armut (OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11) ve ayva (BA 29) anaçlarının göstermiş olduğu tepkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ile belirlenmesi amaçlanmıştır. 2017 ve 2018 yıllarında iki kez tekrarlanan çalışmada, sıcaklık kontrollü serada 18 lt'lik saksılarda bulunan bir yaşlı aşısız bitkilere; kontrol [3 mM], 20 mM, 40 mM ve 80 mM sodyum klorür (NaCl) içeren sulama suyu iki ay boyunca uygulanmıştır. Çalışmada, tuz stresi arttıkça stoma iletkenliği linear olarak azalırken, SOD, CAT, GPX, GR aktiviteleri linear olarak artmıştır. Tüm anaçlarda 80 mM NaCl uygulaması Na^+ içeriği artırmış, P^{4+} ve B^+ içeriğini ise nispeten azaltmıştır. Bitki boyu, kök yaş ağırlığı, yaprak alanı, zararlanma derecesi, klorofil yoğunluğu, lipid peroksidasyonu, yapraklardaki Na^+ miktarı bakımından Fox 11 ile BA 29 anaçları daha olumsuz etkilenmiştir. NaCl stresi altında stoma iletkenliğindeki azalma OHxF 97 anacında en az olmuştur. Yapraklardaki glisin betain miktarı OHxF anaçlarında, prolin içeriği ise Fox 11 anacında daha yüksek bulunmuştur. Klorojenik asit ve arbutin miktarları, Fox 11 anacında tuz stresi ile birlikte nispi veya önemli azalma göstermiştir. Yapraklardaki SOD, CAT, APX, GR ve DHAR enzim aktiviteleri OHxF anaçlarında, özellikle de OHxF 97 anacında tuz stresi ile birlikte önemli düzeyde değişmiştir. Fox 11 ve BA 29 anaçları daha düşük GPX aktivitesi göstermişlerdir.

Sonuçta, NaCl stresine OHxF 97 anacı daha toleranslı, Fox 11 anacı ise daha duyarlı olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Armut, NaCl stresi, Antioksidatif enzimler, Arbutin, Klorojenik asit, Tolerans

2021, 277 sayfa

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

INVESTIGATION TO SALINITY TOLERANCE OF DIFFERENT ROOTSTOCKS USED IN PEAR GROWING WITH MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS

Melih AYDINLI

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Horticulture**

Supervisor: Prof. Dr. Fatma YILDIRIM

In the world, approximately 50% of irrigated agricultural lands have salinity problems. The gradual increase in saline areas, especially in arid and semi-arid regions, threatens the sustainability of agricultural production.

In this study, it was aimed to determine the responses of some pear (OHXF 97, OHXF 333 and Fox 11) and quince (BA 29) rootstocks under different levels of NaCl stress by morphological, physiological and biochemical parameters. For this purpose, one-year-old ungrafted plants in 18 lt pots in a temperature controlled greenhouse; Irrigation water containing control [3 mM], 20 mM, 40 mM, and 80 mM sodium chloride (NaCl) was applied for two months. The study was repeated for two years (2017 and 2018). In the study, stomatal conductivity decreased linearly as salt stress increased, while SOD, CAT, GPX, GR activities increased linearly. While Na⁺ content increased in 80 mM NaCl application, P⁴⁺ and B⁺ content decreased. Fox 11 and BA 29 rootstocks were more adversely affected in terms of plant height, root fresh weight, leaf area, degree of damage, chlorophyll density, lipid peroxidation and sodium contents in the leaves. The amount of glycine betaine in the leaves was higher in OHxF rootstocks, and the proline content was higher in Fox 11 rootstock. Chlorogenic acid and arbutine amounts showed a relative or significant decrease with salt stress in Fox 11 rootstock. SOD, CAT, APX, GR and DHAR enzyme activities in the leaves were significantly changed in OHxF rootstocks, especially in OHxF 97 rootstocks, with salt stress. Fox 11 and BA 29 rootstocks showed lower GPX activity.

As a result, OHxF 97 rootstock was found to be more tolerant and Fox 11 rootstock more sensitive to NaCl stress.

Key Words: Pear, NaCl stress, Antioxidative enzymes, Arbutine, Chlorogenic acid, Tolerance

2021, 277 pages

TEŞEKKÜR

Çalışma konusunun belirlenmesinde bana ışık tutan, değerli bilgi ve birikimi ile araştırmanın tamamlanmasını kolaylaştıran danışman hocam Prof. Dr. Fatma YILDIRIM'a,

Kıymetli katkıları ile çalışmayı yönlendiren ve zenginleşmesine olanak sağlayan Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN, Prof. Dr. Engin ERTAN, Prof. Dr. Yaşar KARAKURT ile Prof. Dr. Bekir ŞAN olmak üzere tüm ISUBÜ Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı öğretim üyelerine ve elbette bugünlere gelmemde yadsımaz emeği olan, kendisini her zaman örnek alacağım, saygı ve minnetle hatırlayacağım rahmetli hocam Prof. Dr. Faik Ekmel TEKİNTAŞ'a,

Araştırmanın yürütülmesine olanak sağlayan ve parçası olmaktan gurur duyduğum Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, gerek arazi ve laboratuvar gerekse büro çalışmalarında hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Emel KAÇAL, Dr. İbrahim GÜR, Dr. Gökhan ÖZTÜRK, Dr. Alamettin BAYAV, Zir. Yük. Mühendisleri Hakkı KOÇAL, İrfan NAZLI, Mesut ALTINDAL, Halit YILDIZ, Figen ERASLAN, Fatma Pınar ÖZTÜRK ile Zir. Müh. Bilal YALÇIN'a ve tüm mesai arkadaşlarıma,

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde 1160721 numaralı proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a,

Aldığım her nefeste sevgilerini hissettiğim ve hep benimle birlikte olan değerli aile bireylerimden başta annem Nurhan AYDINLI ile babam Salih AYDINLI olmak üzere YAVAŞ ve ÖZDEMİR ailelerinin kıymetli tüm fertlerine,

Uzun süren bu yolda beni her zaman destekleyen, fedâkarlıklarını sunan, huzur ve neşe kaynaklarım kıymetli eşim Zir. Yük. Müh. Fatma AYDINLI ile çocuklarım Elif Öykü AYDINLI, Elis Ayda AYDINLI ve Meriç Ege AYDINLI'ya,

Tarımın bugünlere gelmesinde katkısı olan tüm meslektaşlarıma,

Teşekkür ve saygılarımı sunmayı bir borç bilirim.

Melih AYDINLI
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünüşü.....	40
Şekil 3.2. Denemede kullanılan bitkisel materyallerin söküm dönemindeki görünümü.....	40
Şekil 3.3. Bitkilerin saksılara dikim aşamasındaki görüntüleri.....	41
Şekil 3.4. Uygulamalar öncesinde yüksek tünel içerisinde bulunan bitkilerin genel durumları ve kültürel bakımları.....	41
Şekil 3.5. Deneme alanına bitkilerin taşınması ve sera içerisindeki bitkilerin genel görünüşleri	42
Şekil 3.6. NaCl içeren sulama suyu uygulamalarının yapılması.....	43
Şekil 3.7. Uygulamalar sonunda NaCl zararının bitkiler üzerindeki etkisi	44
Şekil 3.8. Deneme sonunda bitkilerin kesilmesi, yaprak örneklerinin toplanması ve muhafazası.....	44
Şekil 3.9. Bitki boyunun ölçülmesi.....	45
Şekil 3.10. Bitki çapının belirlenmesi.....	45
Şekil 3.11. Deneme sonunda köklerin yıkanması ve yaş-kuru ağırlıklarının ölçülmesi	46
Şekil 3.12. Gerçekleştirilen fizyolojik ölçümlere dair fotoğraflar	48
Şekil 4.1. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki boyundaki % değişimler	56
Şekil 4.2. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki boyundaki % değişimler	56
Şekil 4.3. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki çapındaki % değişimler	58
Şekil 4.4. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki çapındaki % değişimler	59
Şekil 4.5. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre yaprak alanındaki % değişimler	62
Şekil 4.6. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre yaprak alanındaki % değişimler	62
Şekil 4.7. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler	65
Şekil 4.8. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler	65
Şekil 4.9. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök kuru ağırlığındaki % değişimler	68
Şekil 4.10. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök kuru ağırlığındaki % değişimler	68
Şekil 4.11. 2017 yılı NaCl uygulamalarının % MSE üzerine etkisi.....	73
Şekil 4.12. 2018 yılı NaCl uygulamalarının % MSE üzerine etkisi.....	73
Şekil 4.13. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	78
Şekil 4.14. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	78
Şekil 4.15. 2017 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	78

Şekil 4.16. 2017 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	79
Şekil 4.17. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	84
Şekil 4.18. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	84
Şekil 4.19. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	84
Şekil 4.20. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi	85
Şekil 4.21. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	89
Şekil 4.22. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	89
Şekil 4.23. 2017 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	90
Şekil 4.24. 2017 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	90
Şekil 4.25. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	95
Şekil 4.26. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	96
Şekil 4.27. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	96
Şekil 4.28. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	96
Şekil 4.29. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	101
Şekil 4.30. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi	101
Şekil 4.31. 2017 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	102
Şekil 4.32. 2017 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	102
Şekil 4.33. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	106
Şekil 4.34. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi	107
Şekil 4.35. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	107
Şekil 4.36. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi.....	107
Şekil 4.37. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki prolin miktarı (µmol g ⁻¹) üzerine etkisi	112
Şekil 4.38. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki glisin betain (µmol g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	112
Şekil 4.39. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki H ₂ O ₂ miktarı (µmol g ⁻¹) üzerine etkisi	112
Şekil 4.40. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki prolin miktarı (µmol g ⁻¹) üzerine etkisi	116

Şekil 4.41. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki glisin betain ($\mu\text{mol g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi	116
Şekil 4.42. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki H_2O_2 ($\mu\text{mol g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi	117
Şekil 4.43. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam fenolik bileşik miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi	120
Şekil 4.44. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam flavonoid içeriği (mg g^{-1}) üzerine etkisi	121
Şekil 4.45. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam antioksidan kapasite (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	121
Şekil 4.46. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam fenolik bileşik miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi	124
Şekil 4.47. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam flavonoid içeriği (mg g^{-1}) üzerine etkisi	125
Şekil 4.48. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam antioksidan kapasite (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	125
Şekil 4.49. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki arbutin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	130
Şekil 4.50. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki gallik asit (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	130
Şekil 4.51. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	130
Şekil 4.52. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki epikateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	131
Şekil 4.53. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki arbutin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	135
Şekil 4.54. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki gallik asit (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	135
Şekil 4.55. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	136
Şekil 4.56. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki epikateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	136
Şekil 4.57. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki klorojenik asit (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	138
Şekil 4.58. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi	139
Şekil 4.59. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki klorojenik asit (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	143
Şekil 4.60. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi	143
Şekil 4.61. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki <i>p</i> -kumarik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi	143
Şekil 4.62. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki rutin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	146
Şekil 4.63. 2017 yılı uygulamalarının yapraklardaki kuersitrin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	146
Şekil 4.64. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki rutin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	148
Şekil 4.65. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kuersitrin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi	149

Şekil 4.66. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki lipid peroksidasyon (nmol g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi.....	151
Şekil 4.67. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki lipid peroksidasyon (nmol g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi.....	151
Şekil 4.68. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki SOD aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	154
Şekil 4.69. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki SOD aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	154
Şekil 4.70. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki CAT aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	156
Şekil 4.71. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki CAT aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	156
Şekil 4.72. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GPX aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	159
Şekil 4.73. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GPX aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi	159
Şekil 4.74. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki DHAR aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi.....	161
Şekil 4.75. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki DHAR aktivitesi (U mg ⁻¹) üzerine etkisi.....	162
Şekil 4.76. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki APX aktivitesi (mol dak ⁻¹ g ⁻¹) üzerine etkisi	164
Şekil 4.77. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki APX aktivitesi (mol dak ⁻¹ g ⁻¹) üzerine etkisi	164
Şekil 4.78. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GR aktivitesi (mol dak ⁻¹ g ⁻¹) üzerine etkisi	166
Şekil 4.79. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GR aktivitesi (mol dak ⁻¹ g ⁻¹) üzerine etkisi	166
Şekil 4.80. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Na ⁺ (mg g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	169
Şekil 4.81. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Na ⁺ (mg g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	169
Şekil 4.82. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki N ²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	173
Şekil 4.83. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki P ⁴⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	173
Şekil 4.84. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki K ⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	173
Şekil 4.85. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki N ²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	176
Şekil 4.86. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki P ⁴⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	176
Şekil 4.87. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki K ⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	177
Şekil 4.88. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Ca ²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	179
Şekil 4.89. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mg ²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	179
Şekil 4.90. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Ca ²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi	181

Şekil 4.91. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mg^{2+} (%) miktarı üzerine etkisi	182
Şekil 4.92. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Fe^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	185
Şekil 4.93. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Cu^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	185
Şekil 4.94. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	186
Şekil 4.95. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Fe^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	188
Şekil 4.96. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Cu^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	189
Şekil 4.97. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	189
Şekil 4.98. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Zn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	191
Şekil 4.99. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki B^+ (ppm) miktarı üzerine etkisi	192
Şekil 4.100. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Zn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	194
Şekil 4.101. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki B^+ (ppm) miktarı üzerine etkisi	194

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Bitkisel materyallerin bazı özellikleri	39
Çizelge 3.2. Bitkilere uygulanan NaCl konsantrasyonları	42
Çizelge 4.1. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında bitki boyu (cm) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	54
Çizelge 4.2. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında bitki çapı (mm) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	57
Çizelge 4.3. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yaprak alanı (cm ²) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	60
Çizelge 4.4. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında kök yaş ağırlığı (g) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	63
Çizelge 4.5. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında kök kuru ağırlığı (g) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	66
Çizelge 4.6. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında zararlanma derecesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)	69
Çizelge 4.7. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında MSE (%) üzerine etkisi (2017 ve 2018)	71
Çizelge 4.8. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında YSP (MPa) üzerine etkisi	74
Çizelge 4.9. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında YSP (MPa) üzerine etkisi	80
Çizelge 4.10. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	86
Çizelge 4.11. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında stoma iletkenliği (mmol/m ² s) üzerine etkisi	91
Çizelge 4.12. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi	98
Çizelge 4.13. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi	103
Çizelge 4.14. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında prolin (μmol g ⁻¹), glisin betain (μmol g ⁻¹) ve H ₂ O ₂ (μmol g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	108
Çizelge 4.15. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında prolin (μmol g ⁻¹), glisin betain (μmol g ⁻¹) ve H ₂ O ₂ (μmol g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	113
Çizelge 4.16. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında toplam fenolik bileşikler (mg g ⁻¹), toplam flavonoid içeriği (mg g ⁻¹) ve toplam antioksidan kapasite (mg g ⁻¹) üzerine etkisi	118
Çizelge 4.17. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında toplam fenolik bileşikler (mg g ⁻¹), toplam flavonoid içeriği (mg g ⁻¹) ve toplam antioksidan kapasite (mg g ⁻¹) üzerine etkisi	122
Çizelge 4.18. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında arbutin (mg g ⁻¹), gallik asit (mg g ⁻¹), kateşin (mg g ⁻¹) ve epikateşin (mg g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	126
Çizelge 4.19. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında arbutin (mg g ⁻¹), gallik asit (mg g ⁻¹), kateşin (mg g ⁻¹) ve epikateşin (mg g ⁻¹) miktarı üzerine etkisi	132

Çizelge 4.20. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorojenik asit (mg g^{-1}) ve ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi.....	137
Çizelge 4.21. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorojenik asit (mg g^{-1}), ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) ve <i>p</i> -kumarik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarına etkisi	140
Çizelge 4.22. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında rutin (mg g^{-1}) ve kuersitrin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi.....	144
Çizelge 4.23. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında rutin (mg g^{-1}) ve kuersitrin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi.....	147
Çizelge 4.24. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında lipit peroksidasyon (nmol g^{-1}) miktarı üzerine etkisi (2017 ve 2018).....	149
Çizelge 4.25. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında SOD (U mg^{-1}) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)	152
Çizelge 4.26. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında CAT (U mg^{-1}) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)	155
Çizelge 4.27. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında GPX (U mg^{-1}) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)	157
Çizelge 4.28. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında DHAR (U mg^{-1}) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)	160
Çizelge 4.29. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında APX ($\text{mol dak}^{-1} \text{g}^{-1}$) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018).....	162
Çizelge 4.30. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında GR ($\text{mol dak}^{-1} \text{g}^{-1}$) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018).....	165
Çizelge 4.31. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Na^+ (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi (2017 ve 2018)	167
Çizelge 4.32. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında N^{2+} , P^{4+} ve K^+ (%) miktarı üzerine etkisi	170
Çizelge 4.33. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında N^{2+} , P^{4+} ve K^+ (%) miktarı üzerine etkisi	174
Çizelge 4.34. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Ca^{2+} ve Mg^{2+} (%) miktarı üzerine etkisi	177
Çizelge 4.35. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Ca^{2+} ve Mg^{2+} (%) miktarı üzerine etkisi	180
Çizelge 4.36. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Fe^{2+} (ppm), Cu^{2+} (ppm) ve Mn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi	183
Çizelge 4.37. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Fe^{2+} (ppm), Cu^{2+} (ppm) ve Mn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi.....	187
Çizelge 4.38. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Zn^{2+} (ppm) ve B^+ (ppm) miktarı üzerine etkisi.....	190
Çizelge 4.39. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Zn^{2+} (ppm) ve B^+ (ppm) miktarı üzerine etkisi.....	192

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

μg	Mikrogram
μm	Mikrometre
μmol	Mikromol
AAE	Askorbik asit eşdeğeri
AlCl_3	Aliminyum klorür
APX	Askorbat redüktaz
AsA	Askorbat
B^+	Bor
Ca^{2+}	Kalsiyum
CaCl_2	Kalsiyum klorür
CAT	Katalaz
Cl^-	Klor
cm^2	Santimetre kare
CO_2	Karbondioksit
Cu^{2+}	Bakır
dak	Dakika
DHA	Dehidroksiaskorbat
DHAR	Dehidroaskorbat redüktaz
dS	DeciSiemens
EC_e	Elektriksel iletkenlik
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe^{2+}	Demir
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GPX	Glutasyon peroksidaz
GR	Glutasyon redüktaz
GSH	Redükte glutasyon
GSSH	Okside glutasyon
H_2O	Su
H_2O_2	Hidrojen peroksit
ha	Hektar
K^+	Potasyum
kg	Kilogram
km	Kilometre
l	Litre
MAREM	Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
MDA	Malondialdehit
MDAsA	Monodihidroaskorbat
Mg^{2+}	Magnezyum
MHAR	Monodehidroaskorbat redüktaz
ml	Mililitre
mM	Milimolar
mm	Minimetre
Mn^{2+}	Mangan
Mo	Molibden
MSE	Membran stabilite endeksi
N^{2+}	Azot
Na^+	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NAD(P)H	Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
nm	Nanometre
nmol	Nanomol
NO_3^-	Nitrat
O_2	Oksijen

OHxF	Old Home x Farmingdale
P ⁴⁺	Fosfor
pH	Power of hydrogen
POX	Peroksidaz
ROT	Reaktif oksijen türleri
rpm	Revolutions per minute
SOD	Süperoksit dismutaz
TBA	Tiyobarbütirik asit
TCA	Trikloroasetik asit
USDA	United States Department of Agriculture
YSP	Yaprak su potansiyeli
Zn ²⁺	Çinko
'	Dakika
°	Derece
°C	Santigrat derece
¹ O ₂	Singlet oksijen
O ₂ ⁻	Süperoksit
OH [*]	Hidroksil radikali

1. GİRİŞ

Toprağa bağılı olarak yaşamlarını sürdüren bitkiler doğaları gereği hareket edemediklerinden, içinde bulundukları alanda çeşitli çevre faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Doğal olarak bitkilerin içinde bulundukları çevrede optimum büyüme ve gelişme için herhangi bir olumsuz bir faktörle karşılaşmaması gerekmektedir. İşte bitkinin normal büyüme ve gelişmesi için istediği optimum çevresel faktörlerde oluşan her türlü sapma, o bitki için gerginlik meydana getirmekte ve gelişmesi olumsuz etkilenmektedir. Bu durum bitkisel stres (gerginlik) olarak tanımlanmaktadır (Çırak ve Esendal, 2006; Taiz ve Zeiger, 2008; Yılmaz vd., 2011; Büyük vd. 2012).

Araştırmacılar stres terimini değişik şekillerde yorumlamışlardır. Grime (1979) stresi veya bozukluğu; verimliliği sınırlandıran veya biyokütleyi tahrip eden çevresel bir faktör olarak belirtirken, Büyük vd. (2012) ise, dış faktörlerin bitkiler üzerindeki negatif etkileri şeklinde ifade etmişlerdir.

Bitkilerde zarara neden olan etmenlerin veya etkenlerin yapısına göre yapılan gruptandırma stres faktörleri, biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Biyotik strese funguslar, bakteriler ve virüsler gibi patojenler, böcekler, yabancı otlar, kemirgenler vb. sebep olurken; abiyotik strese tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, su taşkınları, radyasyon, oksidatif stres, ağır metal toksisitesi ile ozon gibi çevresel kaynaklı etkenler neden olmaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Tüm bu stres faktörleri bitkiler için bir tehdit oluşturmakta ve bitkilerin tam genetik kapasitelerine ulaşmalarını engelleyerek, verimliliklerini sınırlamaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Bunun yanı sıra, bitkilerde nadiren tek başlarına zarar yapabilen bu stres faktörlerinin etkileri genellikle eş zamanlı olarak görülmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Biyotik stres faktörlerinin etkileri zamanında yapılan müdahaleler ile genelde önlenabilmektedir. Ancak abiyotik stres faktörlerinde durum farklılık göstermektedir. Abiyotik stresler ile mücadele yöntemleri çok yüksek ekonomik maliyetler içermekte, etkileri uzun sürede görülmekte ve elde edilen çözümler kalıcı olmamaktadır. Bahsedilen bu sebeplerden dolayı da abiyotik stresler, tüm dünyada bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktörler olarak görülmektedir. Bu sav, Bray vd. (2000)

tarafından “*abiyotik stresler dünya genelinde tarımsal ürün kaybının başlıca nedenlerinden biridir*” ve Mahajan ve Tuteja (2005) tarafından “*abiyotik stres faktörleri sonucunda ürün miktarının azalmasından dolayı her yıl önemli ekonomik kayıplar yaşanmakta ve dünya genelinde tarımsal endüstrinin sürdürülebilirliği tehdit edilmektedir*” ifadeleri ile desteklenmektedir.

Dünyadaki karasal alanların büyük bir çoğunluğu en az herhangi bir streten etkilenmiş durumdadır. Öyle ki, Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) raporunda, karasal alanların sadece %3,5’inin herhangi bir çevresel tehditten etkilenmediği bildirilmiştir (Anonim, 2007). Kullanılabilir tarım alanlarını en fazla etkileyen abiyotik stres faktörlerinden biri %20 oranıyla mineral stresidir (Blum, 1996) ve özellikle ülkemizin de içerisinde yer aldığı kurak-yarı kurak bölgeler ile sulama yapılan alanlarda ortaya çıkan mineral stresin büyük bir çoğunluğunu tuzluluk oluşturmaktadır (Tuteja, 2007). Tuzluluk, değişik tuzların toprak çözeltisinde ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmaktadır (Botella vd., 2005). Bu tuzlar genelde klorürler, karbonatlar, bikarbonatlar, boratlar (Dal vd., 2016), sülfatlar ile sodyum (Na^+), magnezyum (Mg^{2+}), kalsiyum (Ca^{2+}), nitrat (NO_3^-) ve potasyum (K^+) iyonlarıdır (Larcher, 1995). Doğada en çok bulunan tuz formu sodyum klorür (NaCl)’dür (Dal vd., 2016) ve tuz stresinin büyük bir çoğunluğu Na^+ tuzlarından, özellikle de çözünürlüğü çok yüksek ve toksik etkisi en fazla olan NaCl ’den kaynaklanmaktadır.

Tuzluluk veya toprak çözeltisi ve sulama suyundaki tuzlulaşma sorunu tarımsal üretim alanlarını tehdit eden en önemli çevresel stres faktörlerinin başında gelmektedir. Öyle ki dünyadaki karasal alanların %7’sinin, tarıma elverişli alanların %20’sinin, sulanabilen tarım arazilerinin yarısının tuzluluk sorunu ile karşı karşıya olduğu raporlarda geçmektedir (Szabolcs, 1994; Gupta ve Huang, 2014; Kumar vd., 2015). Yine tuz stresinden etkilenen alanların her yıl yaklaşık %1 oranında artış gösterdiği bildirilmektedir (Kumar vd. 2017). Bu durum yakın gelecekte, tarımsal alanlardaki tuzluluk tehlikesinin artacağını ve ciddi boyutlara ulaşabileceğini göstermesi bakımından büyük endişelere yol açmaktadır. Nitekim farklı araştırmacılar, topraktaki tuzluluk seviyesinin düşük kalitede sulama suyunun kullanılmasından ve kötü drenaj koşullarından dolayı yakın gelecekte daha da artacağını, bu artışa bağlı olarak kullanılabilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde %30’unun, 21. yüzyılın

ortalarında ise %50'sinin tahrip olacağını bildirilmişlerdir (Wang vd., 2003; Palacios vd., 2004; Chinnusamy vd., 2005; Ahmadi vd., 2009; Yaşar vd., 2012).

Tuzluluk sorunu ile ilgili mevcut duruma dayalı olarak geleceğe dair yapılan öngörüler, Türkiye'nin de benzer tehlikelerle karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Ülkemiz topraklarının yaklaşık 6.6 milyon hektarı (ha) sulanmaktadır (Şahin, 2019). 1.5 milyon ha alanda var olan tuzluluk problemi ele alındığında (Yaşar vd., 2012) sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %22.7'sinin tuzluluk tehdidi altında olduğu görülmektedir. Hali hazırdaki tuzluluk sorununun yanında, Türkiye'de sulanan alanlarının yaklaşık 3 milyon ha'lık kısmında var olan kötü drenaj koşullarından dolayı (Kanber vd., 2005) gelecekte bu alanlarda tuzlulaşma ve alkalileşme sonucunda çoraklaşma beklenmektedir.

Doğal yaşam alanlarında pek çok olumsuz faktöre maruz kalan bitkiler için en tahripkâr zararlanmalardan biri şüphesiz ki tuz stresidir. Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) oksidatif stres ile göstermektedir. Tuz stresinin, bitkiler üzerindeki başlıca engelleyici etkisi, osmotik ve iyon stresine bağlı olarak gerçekleşmektedir (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının artışı, osmotik potansiyeli düşürmektedir. Bu düşük osmotik potansiyel ise toprak su potansiyelini azaltmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Böylece oluşan bu dışsal osmotik stres, ortamda genellikle büyük miktarda su bulunmasına rağmen, kullanılabilir su miktarının azalmasına sebep olmakta ve bu olay "fizyolojik kuraklık" olarak adlandırılmaktadır (Tuteja, 2007).

Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, Na^+ ve klor (Cl^-) iyonlarının, K^+ , Ca^{2+} ve NO_3^- gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle birlikte besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005). Metabolizma faaliyetlerinin aksamaması için önemli olan temel besin elementlerinin eksikliği bitkilerde oksidatif strese neden olmaktadır (Zhu, 2002). Oksidatif stres sonucunda bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimi artmaktadır. Bitkiler için oldukça zararlı olan bu bileşikler proteinler, yağlar, nükleik asitler (McCord, 2000) ve hücre membranları üzerinde hasarlara yol açmaktadır.

Bitkiler, olumsuz koşullara karşı hayatta kalabilmek için tolerans mekanizmalarına yonelmekte, bunun için çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalar geliştirmektedirler. nemli tolerans mekanizmaları; a) iyon homeostazını ve iyonların bölümlere ayrılmasını b) iyon taşınımı ve alınımını c) osmoprotektanların ve uyumlu çözünenlerin sentezini d) antioksidan enzimlerin aktivasyonunu ve antioksidan bileşiklerin sentezini e) poliaminlerin sentezini f) nitrik oksit üretimini g) hormon modülasyonunu içermektedir (Gupta ve Huang, 2014).

Bitkiler tuza karşı gösterdikleri adaptasyon yeteneklerine göre halofitler (tuzluluğa karşı koyabilirler) ve glikofitler (tuzluluğa karşı koyamazlar ve hatta ölürlür) olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Tarımsal olarak önemli türlerin çok büyük bir kısmı ise glikofit sınıfında yer almaktadır (Gupta ve Huang, 2014). Dünya’da ve ülkemizde ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan ılıman iklim meyve türlerinin büyük bir çoğunluğunun tuza karşı hassas olduğu bilinmektedir.

2019 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 24 milyon ton, ülkemizde ise 520 bin ton üretim miktarı bulunan ve bu çalışmanın bitkisel materyalini oluşturan armut (*Pyrus spp.*) türü de tuza karşı oldukça duyarlıdır ve Okubo vd. (2000)’ne göre uzun süre nispeten düşük tuzluluğa maruz kaldığında zarar görmektedir. Ayrıca osmotik ve iyonik stres altında büyümesinde gerileme ve yapraklarında zararlanmalar meydana gelmektedir (Hasegawa vd., 2002).

Güncel kuraklık modellemelerine göre ülkemizde dhil olmak üzere, dünya armut üretiminde ne çıkan Çin, Amerika Birleşik Devletleri, İtalya, Arjantin, Hollanda, Güney Afrika Cumhuriyeti gibi ülkelerin kuraklık tehdidi ile karşı karşıya olduğu görülmektedir. Tuzluluk sorununun da asıl bu alanlarda ortaya çıktığı/çıkacağı düşünüldüğünde, armut üretimindeki sürdürülebilirliğin endişe verici olduğu anlaşılmaktadır. Bugün için her ne kadar ülkemizde armut üretimi tuzlu olmayan topraklarda yapsa da yetiştiricilikte damla sulama yöntemlerinin kullanılması, bilinçsiz gübre kullanımına ilaveten fertigasyon sistemlerinin uygulamalarda yer alması, sahile yakın olan alanlarda yetiştiricilik yapılması gibi durumlarda sekonder tuz stresı ve dolayısıyla tuz zararının ortaya çıkması muhtemeldir. Bu zararın asgariye indirilmesinde ise tuza karşı toleranslı anaç ve çeşitlerin geliştirilmesi veya üretimde

kullanılan mevcut bitkisel materyallerin tolerans/hassasiyet seviyelerinin belirlenmesi önceliği olan konular arasında görülmektedir.

Bilindiği üzere meyve yetiştiriciliğinde anaç kullanımı çok uzun yıllardır var olan bir yöntemdir. Anaçların, üzerlerine aşılanan çeşitlerin verim, erkencilik, meyve kalitesi gibi faktörlere olumlu yönde etkisinin olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Bununla birlikte özellikle toprak kaynaklı stres etkenlerine karşı anaçların, üzerlerinde yetişen çeşitlere olumlu veya olumsuz yönde etkilerinin olduğu bilinmektedir. Nitekim aynı tür içinde tuzluluğa karşı anaçların gösterdikleri toleransların farklı olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Walker ve Douglas, 1983; Behboudian vd., 1986; Fisarakis vd., 2001; Paranychianakis ve Angelakis, 2008; Verma vd., 2010; Yang vd., 2012; Zrig vd., 2016). Ayrıca Dajic (2006) tuzlu ortamlarda bitkilerin genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar verdiğini belirtmiştir. Munns (2002) ise tuzluluğa karşı verilen bu cevapların sadece iki farklı bitki türü için değil aynı türün değişik çeşitleri için de geçerli olduğunu ifade etmiştir. Sonuçta, farklı araştırmacılar tarafından ifade edilen *“ağaçların tuz stresine toleransında anaçlar kritik bir rol oynamaktadırlar”* (Grattan ve Grieve 1999; Mehdi-Tounsi vd., 2017) ifadesi konunun önemini göstermektedir.

Ancak bitkilerin tuza toleranslarında önemli bir parametre olduğu anlaşılan anaç konusu, birçok meyve türünde önemli bir konu olarak görülmesine rağmen armut türü için bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlı kalmış ve araştırmalar genellikle Asya armutları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda hem küresel hem de ülkesel armut yetiştiriciliğinde önemli olan BA 29 ve Old Home x Farmingdale (OHxF) 333 anaçlarına ilaveten Amerika Birleşik Devletleri’nde ve başta İtalya ile Fransa olmak üzere Avrupa ülkelerinde yoğun olarak kullanılmaya başlanan ve saha gözlemlerinden kullanımı giderek artacağı öngörülen Fox 11 anacı ile gelişme kuvveti bakımından klonal armut anaçları arasında en kuvvetli gelişen anaçlardan biri olan OHxF 97 anacında, tuz stresi karşısında gösterecekleri reaksiyonların ortaya konulması, “gizli tehdit” olarak nitelendirilen tuzluluk sorununun çözümüne karşı alınacak kültürel önlemlerden biri olacaktır.

Bu çalışmada, 2017 ve 2018 yıllarında armut yetiştiriciliğinde kullanımı giderek yaygınlaşan OHxF 97, OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında farklı

konsantrasyonlarda NaCl içeren sulama suyu ile oluşturulan ve giderek artan tuz stresine karşı geliştirdiği tolerans mekanizmalarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, anaçların göstermiş olduğu tepkiler ve anaçların tolerans/hassasiyet durumları hakkında verilerin üretilmesi hedeflenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Armut (*Pyrus* Spp.) ile İlgili Genel Bilgiler

Botanik olarak Gülgiller (Rosaceae) ailesinin Yumuşak Çekirdekligiller (Pomoideae) alt ailesi içerisinde yer alan *Pyrus* cinsinin, 3. jeolojik dönemde (65-1.8 milyon yılları arası) bugünkü Çin'in batı kesimlerinde bulunan dağlık alanlarda (Türkistan Bölgesi) ortaya çıktığı bildirilmektedir (Serra, 2009; Silva vd., 2014). Buradan İtalya'nın güneyine, İsviçre, eski Yugoslavya, Almanya, Yunanistan, Moldova ve Ukranya ile İran, Özbekistan, Japonya, Kore ve Butan Krallığı gibi Doğu ülkelerine dağılmış ve bu bölgelerdeki farklı toprak-iklim koşullarına uyum sağlaması sonucunda *Pyrus* cinsine ait olan farklı türler ortaya çıkmıştır (Silva vd., 2014).

Pyrus cinsine ait türler orijin merkezlerine göre üç ana grupta toplanmaktadır. Bu gruplar; Çin (*P. pyrifolia*, *P. ussuriensis*, *P. calleryana*), Orta Asya (Kafkasya bölgesi civarı *P. communis*) ve Merkez Asya'dan (*P. heterophylla* ile çaprazlanan *P. communis*, *P. communis* x *P. bretschneideri*) oluşmaktadır (Serra, 2009).

Doğal olarak oluşan en az 6 tane türler arası melezi ve yapay melezleme sonucu ortaya çıkan 3 türü ile dünya üzerinde yaklaşık 30 armut türü bulunmaktadır (Bell vd., 1996). En çok bilinen 22 armut türü Avrupa kıtasının tamamında, Asya kıtasının ılıman bölgelerinde ve Kuzey Afrika'nın dağlık kesimlerinde doğal yayılım göstermektedir (Bell vd., 1996). *P. pyraster* (L), *P. elaeagnifolia* (Pallas), *P. spinosa* (Forssk), *P. syriaca* (Bois), *P. x nivalis* (Jacq) ve *P. caucasica* gibi yabani türlerinin, kültürü yapılan çeşitlerin atası olduğu düşünülmektedir (Fischer, 2009). *P. pyraster* (L)'in Avrupa armutlarının kültüre alınmasında çok önemli rol oynadığı bilinmektedir (Fischer, 2009). Günen ve Mısırlı (2003) tarafından, kültüre alınan türlerin ya *P. communis* (Avrupa armudu) ya da *P. serotina* (Japon armudu) kökenli olduğu ifade edilmiştir. Neredeyse tüm türler diploid yapıda olup kromozom sayısı $2n=34$ tür (Bell vd., 1996).

Armut yetiştiriciliği hakkındaki ilk bilgiler 2000 yıl önce Çin'de başladığını işaret etmektedir. İpek Yolu ile Anadolu ve Avrupa'ya taşınmadan önce Babil ve Pers toplulukları tarafından tüketildiği, seçildiği ve çoğaltıldığı bildirilmiştir. Avrupa' da

ilkel armut yetiştiriciliğinin yaklaşık 1000 yıl önce yapıldığı ve öne çıkan merkezlerin Belçika, Kuzey Fransa ile İtalya olduğu ifade edilmiştir (Fischer, 2009).

Dünya’da ılıman iklimin hâkim olduğu tüm alanlarda yetiştirilebilen armudun (Bell vd., 1996) bugün geldiği nokta, Avrupa ve Asya armutları olmak üzere iki büyük gruba ayrılmış olduğudur (Silva vd., 2014).

Avrupa armutlarının üretimi Avrupa, Amerika, Güney Afrika ve Avustralya (Okyanusya) kıtaları olmak üzere 4 üretim bölgesinde yoğunlaşmış durumdadır (Deckers ve Schoofs, 2002).

2019 yılı verilerine göre yaklaşık 24 milyon ton olan üretim miktarı ile armut, yumuşak çekirdekli meyveler arasında ikinci sırada yer almaktadır. En büyük üretici ülkeler başta Çin olmak üzere, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, İtalya, Türkiye, İspanya, Japonya, şili ve Güney Afrika Cumhuriyeti’dir (Anonim, 2019).

Türkiye’de ise armut üretimi yaklaşık 263 bin dekar alanda yapılmakta olup üretim miktarı 530.723 tondur. Üretimde öne çıkan iller ise sırasıyla; Bursa, Antalya, Konya, Çanakkale, Sakarya ve Mersin’dir (Anonim, 2019).

Avrupa armutlarının yetiştiriciliğine tüm dünyada büyük bir eğilim görölse de üretim birkaç çeşit ile sınırlı kalmış durumdadır. Üretimde öne çıkan başlıca çeşitler; “Williams (Bartlett)”, “Max Red Bartlett”, “Beurre Bosc”, “Conference”, “Passa Crassane”, “Doyenne du Comice”, “Abbe Fetel”, “Spadona”, “Dr. Jules Guyot”, “Coscia” ve “Altre”dir (Fischer, 2009; Serra, 2009; Dondini ve Sansavini, 2012).

Erbil ve Burak (2003) tarafından armut yetiştiriciliğinde ayva, armut ve diğer bazı *Pyrus* türlerinin anaç olarak kullanıldığı ifade edilmiştir. Avrupa armutlarının yetiştiriciliğinde ise başlıca armut (*P. communis*) ve ayva (*Cydonia oblonga*) klon anaçları kullanılmaktadır (Wertheim, 2002).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan armut yetiştiriciliğinde “OHxF 69”, “OHxF 87”, “OHxF 97”, “OHxF 217”, “OHxF 333” ve “OHxF 513” gibi klon anaçlar tercih edilmektedir. Bu anaçlar içerisinde “OHxF 87” ve “OHxF 97” klonları daha geniş kullanım alanı bulmuştur (Elkins vd., 2012). Ayva anaçları ise sadece “Comice” çeşidinin yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır (Sugar ve Basile, 2011). Avrupa’da ise başta İtalya olmak üzere armut yetiştiriciliğinde öne çıkan ülkelerde daha çok “Quince A”, “BA 29” gibi ayva klon anaçları tercih edilmekte (Wertheim, 2002) ve ilaveten aralarında “Fox 11”in de bulunduğu bazı anaçlar ümitvar olarak görülmektedir (Marangoni ve Mazzanti, 1999).

2.2. Bitkilerde Oluşan Stresin Tanımı ve Tarımsal Üretime Etkileri

Bitkilerdeki stres terimi farklı bilim insanları tarafından değişik şekillerde tanımlanmışsa da aslında her bir ifadenin benzer özellikler taşıdığı görülmektedir. Ashraf ve Harris (2004) stres veya bozukluğu; verimliliği sınırlandıran ve biyokütleyi tahrip eden çevresel bir faktör olarak nitelendirirken, Shannon ve Grieve (1999) ise bitki büyümesini olumsuz etkileyen her faktörü stres olarak adlandırmıştır.

Bitkiler yaşam döngüleri boyunca ekstrem (düşük ve yüksek) sıcaklıklar, kuraklık, tuzluluk, mikrobiyal enfeksiyonlar, herbisitler ve diğer kimyasallar gibi çeşitli stres faktörleri ile karşılaşmakta (Wang vd., 2015) ve bu durum bitkilerin gelişimlerini ve verimliliklerini önemli derecede azaltmaktadır (Gong vd., 2011). Yukarıda bahsedilen ve bitkilerde olumsuzluklara sebep olan etmenleri sınıflandıracak olursak; stres faktörleri biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropojenik etkiler) ve abiyotik (radyasyon, sıcaklık, su, gazlar, mineraller vb.) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Larcher, 1995). Bu stres faktörleri arasında abiyotik stresler dünya genelinde aslında verim başarısızlığının birincil nedenleri arasındadır ve önemli ürün gruplarında ortalama verimi %50’den daha fazla azaltmaktadır (Bray vd., 2000). Bu ifadeye destek olarak, Kumar vd. (2017) tarımsal ürünlerin nitelik ve niceliğinin birkaç abiyotik stresin sürekli ve ciddi şekilde tehdidi altında olduğunu, Mane vd. (2010) ise abiyotik streslerin dünya genelinde bitkisel yetiştiriciliği ilgilendiren en zararlı faktörler olduğunu açıklamışlardır.

Son yıllarda dünya genelinde tarımsal üretim sıcak ve soğuk stresi, kuraklık, tuzluluk, besin noksanlığı ve ağır metal stresini içeren çeşitli abiyotik stres faktörlerinden dolayı olumsuz şekilde etkilenmektedir. Yapılan gözlemlerde bu stres faktörlerinin önemli ürün gruplarında toplam verimi %50' den daha fazla etkilediği belirlenmiştir (Khan vd., 2019). Mahajan ve Tuteja (2005)'da daha öncesinde benzer bir yaklaşımda bulunmuş ve stres faktörleri arasında abiyotik streslerin %50'den daha fazla ürün azalışına neden olan başlıca etmenler olduğunu ve bu nedenle her yıl yüzlerce milyon dolar kayıp yaşandığını belirterek, bitkiler üzerinde ne kadar önemli olumsuz etkiler meydana getirdiğini ifade etmişlerdir.

Artan insan nüfusu ile kullanılabilir tarım alanlarının azalışı dünya gıda arzının sürdürülebilirliğini tehdit eden başlıca iki unsurdur (Shahbaz ve Ashraf, 2013). Yapılan projeksiyonlara göre dünya nüfusu 2014 yılından 2050 yılına kadar yaklaşık %34 artarak 9.1 milyara ulaşacağı (Iqbal vd., 2014) ve artan bu nüfusu besleyebilmek için üretim miktarının yaklaşık %70 oranında artması gerektiği tahmin edilmektedir (Anonim, 2009). Buna karşın bitkisel üretim çeşitli çevresel streslerden dolayı olumsuz etkilenmekte ve üretim hızlı bir şekilde azalmaktadır (Tuteja, 2007). Dudal (1976), dünyadaki kullanılabilir tarım alanlarının %10'undan daha azının önemli çevresel stres faktörlerinin etkisinde olmadığını ifade etmiştir (Ashraf ve Foolad, 2007). Kullanılabilir tarım alanlarını en fazla etkileyen abiyotik stres faktörleri, %26 oranında kuraklık, %20 oranında ise mineral stresidir ve mineral stresin büyük bir çoğunluğunu tuzluluk oluşturmaktadır (Blum, 1986). Farklı abiyotik stres faktörleri içerisinde tuzluluğun en dikkat çekici streslerden biri olduğu (Kumar vd., 2017; Khan vd., 2019) ve potansiyel tarımı tehdit ettiği belirtilmiştir (Khan vd., 2019).

2.3. Tuz Stresi ve Tuzluluğun Dünya ile Türkiye'deki Durumu

Levitt (1980) tuz stresini; topraktaki tuz konsantrasyonunun, bitkinin kullanılabilir su potansiyelini 0.5-1.0 bar düşürmeye yetecek kadar yüksek olduğunda bitkide oluşan stres olarak tanımlamıştır. Farklı araştırmacılar da tuz stresinin özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, yikanarak yeraltı sularına karışan çözülebilir tuzların yüksek taban suyu ve kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın bölümlerinde birikmesi olayı şeklinde açıklamışlardır (Ergene, 1982; Kwiatozsky, 1998; Kara, 2002). Botella

vd. (2005) ise tuzluluğu, farklı tuzların toprak çözeltisinde ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak ifade etmişlerdir.

Toprak tuzluluğu, dünya genelinde tarımsal üretimi etkileyen küresel bir sorundur (Rengasamy, 2010). Toprak çözeltisinde veya sulama suyunda bulunan tuzluluk en önemli streslerden biridir (Shannon ve Grieve, 1999). Yağışların yetersiz, yüksek sıcaklıkların ve evapo-transpirasyonun olduğu kurak ve yarı-kurak bölgelerde daha ciddi olmakla birlikte tüm alanlarda üretimi önemli ölçüde sınırlayabilmektedir (Szabolcs, 1994; Shannon ve Grieve, 1999; Kumar vd., 2015). Yamaguchi ve Blumwald (2005) tuzluluğun hem yetiştiricilik yapılan alanlarda hem de bu alanlarda yetiştirilen bitkilerin veriminde önemli azalışlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Abdel Latef ve Chaoxing (2014) bu duruma, özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda bitkilerin büyümesinde, gelişmesinde ve hayatta kalmasında tuzluluğun önemli sorunlara neden olduğunu belirterek açıklık getirmiştir.

Toprak tuzluluğu küresel iklim değişikliği ile dünyanın birçok bölgesinde gittikçe artış göstermektedir (Nikolskii-Gavrilov vd., 2015). Ayrıca iklim tahmini modellerine göre küresel iklimdeki bozulmalar tuzluluğun artışına kaçınılmaz bir şekilde neden olacağı ifade edilmektedir (Bates vd., 2008). Michael (2009) kurak ve yarı-kurak bölgelerde yüksek buharlaşma şartlarından dolayı tuz konsantrasyonunun su kaynağında ve toprak profilinde yavaş bir şekilde artacağı yönünde bildirimde bulunmuştur. Bu ifadeye Colla vd. (2010) ve De Pascale vd. (2011) açıklık getirmiş, özellikle Akdeniz bölgesi gibi kurak ve yarı-kurak bölgelerde sulama ihtiyacındaki artıştan dolayı son 20 yılda durumun daha da kötüleştiğini duyurmuşlardır. İlaveten Archibold (1995)'a göre kurak ve yarı-kurak alanlar, karasal alanların yaklaşık 1/3'ünü oluşturmaktadır.

Farklı kaynaklar dünya genelinde karasal alanların yaklaşık bir milyar ha'lık kısmının (tüm karasal alanların yaklaşık %6-10'u) tuz stresi tarafından etkilendiğini belirtmiştir (Szabolcs, 1994; Flowers, 2004; Eynard vd., 2005; Anonim, 2008; Ferreira-Silva vd., 2010; Rengasamy, 2010; Jamil vd., 2011; Munns, 2011; Ruiz-Lozano vd., 2012; Panta vd., 2014; Selvakumar vd., 2014; Kumar vd., 2015; Al-Dakheel ve Hussain, 2016; Ibrahim, 2016; Hussain vd., 2018).

Yeryüzünde yetiştiricilik yapılan tarım alanlarının %20'si tuzluluk sorunu ile yüzleşmektedir (Szabolcs, 1994; Zhu, 2001). Farklı bir kaynakta ise işlenebilir alanların %10'unun, buna karşın işlenen alanların ise %60'ının tuzluluk ya da Na⁺ luluk etkisinde olduğu ve bu alanların yaklaşık 100 ülkeyi kapsadığı açıklanmıştır (Tanjii, 1990). Dünya genelinde tarım alanlarının %17'si sulanmakta olup, bu oran yaklaşık 230 milyon ha alana denk gelmekte ve bu alanların yaklaşık 45 milyon ha'ı (%20) tuzdan etkilenmiş durumdadır (Flowers ve Yeo, 1995; Pitman ve Läuchli, 2002; Tuteja, 2007; Anonim, 2008; Munns ve Tester, 2008; Ferreira-Silva vd., 2010; Slama vd., 2015).

Ayrıca toprak tuzluluğu oranı yıllık olarak %10 artmakta ve bu sebeple artan tuzluluktan dolayı Palacios vd. (2004) ve Ahmadi vd. (2009) önümüzdeki 25 yıl içerisinde kullanılabilir tarım alanlarının %30'unun, 2050 yıllarında %50'sinin kaybolacağını tahmin etmişlerdir (Wang vd., 2003; Mahajan ve Tuteja, 2005; Munns ve Tester, 2008; Jamil vd., 2011; Slama vd., 2015; Al-Dakheel ve Hussain, 2016). Farklı araştırmacılar ise toprak tuzluluğunun tarımsal alanlarda her dakika yaklaşık 3 ha daha arttığını iddia etmektedirler (Shrivastava ve Kumar, 2015).

Tuzluluğun, küresel çapta hızlı bir şekilde artmasının sonucu olarak önemli ürün gruplarının %50'sinden daha fazlasında verimde azalmaya sebep olmaktadır (Wang vd., 2009). Ayrıca tuzluluktan dolayı küresel ölçekteki tarımsal üretimin ekonomik kaybı, yıllık yaklaşık olarak 27.3 milyar Amerikan Dolar olduğu tahmin edilmektedir (Qadir vd., 2014).

Tuzluluk sorunu ile ilgili mevcut duruma dayalı olarak geleceğe dair yapılan öngörüler, Türkiye'nin de benzer tehlikelerle karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Türkiye 1.5 milyon ha alanda tuzluluk problemi ile savaşılmaktadır (Akça ve Samsunlu, 2012; Yaşar vd., 2012). Türkiye'de sulanan alanların yaklaşık yarısı 'sessiz düşman' olarak da tabir edilen tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde gölgelenme tehdidi altındadır (Kanber vd., 2005). Türkiye'de çorak alanlar yüzey alanların %2'sini kaplamakta ve bu çorak alanların da %74'ünü tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Kendirli vd., 2005). Yaşar vd. (2012) bu alanların %60'ının tuzlu, %19.6'sının orta derecede tuzlu, %0.4'ünün orta derecede alkali, %12'sinin hafif tuzlu-alkali, %8'inin ise orta derecede tuzlu-alkali olarak sınıflandırmışlardır.

Hali hazırdaki tuzluluk sorununun yanında, Türkiye’de sulama proje alanlarının yaklaşık 3 milyon ha’lık kısmında var olan drenaj sorunu (Kanber vd., 2005) nedeni ile gelecekte bu alanlarda tuzlanma ve alkalileşme sonucu çoraklaşma beklenmektedir. En fazla drenaj sorunu olan alanlar sırasıyla Konya (120.594 ha), Samsun (83.331 ha), Sakarya (74.177 ha), Antalya (62.528 ha) ve Bursa (51.599) illerindedir. Diğer illerden Adana, Burdur, Kütahya, Eskişehir ve Van’da yaklaşık 30 bin ha’ın üzerinde drenaj sorunu bulunan alan mevcuttur. Bunun yanında, bugün Harran Ovası’nda 40 bin ha’dan fazla alanın ve en önemli alüvyal ovalardaki (Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Seyhan, Ceyhan, Bakırçay, Meriç ve diğer nehir havzaları ile Bafra, Çarşamba ovaları ile Antalya, Muş ve Iğdır ovaları) toprakların en önemli sorunu, tuzluluk ve alkalilik tehlikesidir (Kanber vd., 2005).

Güncel senaryoda tuzluluk daha önemli bir çevresel konu haline gelmiştir (Szabolcs, 1994; Kumar vd., 2015). Rhoades (1997), Pitman ve Läuchli (2002) ve Musacchi vd. (2006)’ne göre tuzluluk, dünya genelinde bahçe bitkilerinin büyümesini ve verimliliğini sınırlandıran en önemli çevresel faktörlerden biridir. Tuzluluğun bu sınırlayıcı etkisi, “*toprakta bulunan hiçbir toksik maddenin bitki gelişimini tuzdan daha fazla sınırlamadığı*” (Zhu, 2007) tespiti ile ilişkilidir.

Dünya’da bulunan su kaynaklarının çoğu litresinde yaklaşık 30 g NaCl içerdiği için yerküre, tuzlu bir gezegen olarak nitelendirilmektedir. Böylelikle toprak tuzluluğu insan ve tarım varlığından çok önce var olmuş durumdadır (Flowers, 2004).

Tuzluluk bazı bölgelerde doğal nedenlerden dolayı oluşurken bazı bölgelerde ise sulamada tuzlu su kullanılmasından, kötü drenaj koşullarından ve aşırı miktarda kimyasal gübre uygulamalarından kaynaklanmaktadır (Epstein vd., 1980). Bu nedenle tuzluluk oluşma durumuna göre primer (birincil) ve sekonder (ikincil) tuzluluk olarak iki gruba ayrılmaktadır (Munns ve Tester, 2008; Akçay ve Eşitken, 2016).

Primer tuzluluğun oluşma sebepleri; doğal sürece ilaveten iklim, kötü hava koşulları, jeoloji, tortu ve Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , kalsiyum klorür (CaCl_2), sülfatlar, karbonatlar ve bikarbonat kayaların kötü hava koşulları neticesinde salınması ile yer altı su kaynaklarındaki tuzların yeniden dağılımı olarak sayılabilir (Jardine vd., 2011). Bu tuzluluğun diğer kaynağı okyanus tuzlarının rüzgârlar ve yağmurlar tarafından iç

kısımlara doğru taşınarak tuzların toprakta birikmesidir. Yağmur suları yaklaşık olarak 6-50 mg/kg arasında NaCl içermekte ve konsantrasyon sahil bölgelerden uzaklaştıkça azalmaktadır. Basit bir hesaplama 10 mg/kg NaCl içeren yağmur suyu yıllık 100 mm yağış miktarı ile ha'a 10 kg NaCl bırakmaktadır (Munns ve Tester, 2008; Munns, 2011).

Toprakta başlangıçta az miktarda tuz varken zamanla yanlış sulama uygulamalarından ve kötü drenaj koşullarından dolayı daha fazla tuzlanmaya başlarsa bu duruma sekonder tuzluluk denilmektedir (Zhu, 2007). Sekonder tuzluluğun oluşma sebepleri ise; tarımsal alanlarda yoğun sulama ile çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı su seviyesinin toprak yüzeyine kadar yükselmesi, aşırı otlatma, bir bölgenin doğal vejetasyonunu yok ederek tarım arazilerinin açılması ve toprakların tuzlulaşmasına neden olan kimyasallar ile kontaminasyonu (Pessarakli ve Szabolcs, 1999) olarak sıralanabilir. Sekonder tuzlulaşma, özellikle sulanan alanlarda ortaya çıkmakta (Musacchi vd., 2006) ve dünya genelinde %17'si sulanmakta olan karasal alanların (Küçükyumuk vd., 2015) %30'undan daha fazlasını etkilemektedir (Chaves vd., 2009).

Toprak çözeltisinde bulunan tuzlar genellikle; klorürler, sülfatlar, nitratlar, karbonatlar ve bikarbonatlar ile boratlardır (Dal vd., 2001). Doğada en çok rastlanan tuz formu ise NaCl' dir (Dal vd., 2001) ve tuz stresinin büyük bir çoğunluğu Na^+ tuzlarına, özellikle de çözünürlüğü çok yüksek olmasından dolayı toksik etkisi en fazla olan NaCl'e bağlıdır (Szabolcs, 1994; Eynard vd., 2005). NaCl, tuzdan etkilenmiş topraklarda bulunan en önemli unsurdur (Soriano vd., 2014). Ancak Na^+ ve Cl^- iyonlarına ilaveten Mg^{2+} , Ca^{2+} ve K^+ gibi diğer katyonların yanı sıra bazı anyonlar da tuzdan etkilenmiş topraklarda bulunmaktadır (Qadir vd., 2000). Tuzdan etkilenmiş topraklar üç kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar; sodik (alkali), tuzlu ve tuzlu-sodik topraklardır (Zhang vd., 2018).

Toprak tuzluluğu, toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu ürünlerin tolerans seviyesini aştığında önemli bir sorun olmaya başlar (Güler vd., 2014). Toprak tuzluluğu, toprağın elektriksel iletkenliğinin (EC_e) ölçülmesi ile belirlenebilmekte ve toprak suyunda kolay bir şekilde ulaşılabilen iyonların miktarını ifade etmektedir (Tilbrook ve Roy, 2014). United States Department of Agriculture (USDA) tuzluluk

laboratuvarına göre toprağın satürasyon çamurundaki sahip olduğu elektriksel iletkenlik (EC_e) $25^{\circ}C$ 'de 4 dS m^{-1} ($4 \text{ dS m}^{-1} \approx 40 \text{ mM NaCl}$) ve daha fazla ise bu topraklar tuzlu kabul edilmektedir (Richards, 1954; Munns ve Tester, 2008; Yadav vd., 2011). Ancak birçok bitki türü tuza karşı duyarlıdır (glikofit) ve EC_e değeri 4 dS m^{-1} 'nin altında olduğunda, Jamil vd. (2011)'ne göre yaklaşık yarısında bile yüksek derecede duyarlılık göstermekte ve tuz stresi zararı oluşmaktadır (Chinnusamy vd., 2005). Bazı bitkiler ise bu tuzluluğun iki katına bile tolerans gösterebilmektedir (Jamil vd., 2011).

Tuzluluğa gösterdikleri tolerans durumlarına göre bitkiler halofitler ve glikofitler olarak sınıflandırılmaktadır (Flowers vd., 1977; Flowers ve Yeo, 1995; Sairam ve Tyagi, 2004). Halofitler toprak tuzluluğu olan alanlarda doğal olarak bulunurken, glikofitlerin tuzlu koşullara tolerans yeteneği düşüktür. Halofitler, diğer bitkilerin %99'unun öldüğü tuz konsantrasyonlarına tolerans göstermektedirler ve optimum gelişmelerine ulaşabilmek için 50 ile 250 mM NaCl arasındaki oldukça yüksek olan tuz konsantrasyonlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak çoğu glikofit bitki bu konsantrasyonlarda ölmektedirler (Flowers ve Colmer, 2008). Glikofitler yüksek tuzluluğa tolerans gösteremediklerinden dolayı tuzluluk iyonik strese, osmotik strese ve besinsel dengesizlik ile oksidatif stres gibi sekonder strese neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005).

2.4. Tuz Stresinin Bitkiler Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Foolad, (2004) tuz stresini; bir bitkinin neredeyse tüm fizyolojik ve biyokimyasal durumunu etkileyerek sonuçta verimlilikte azalmaya neden olan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak ifade etmiştir. Farklı bilim insanları tarafından da tuz stresinin, stresin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişen çeşitli fizyolojik ve metabolik süreçleri içermekte olduğu ve stres sonunda kesin olarak verimi engellediği belirtilmiştir (Munns, 2005; Rozema ve Flowers, 2008; Hauser ve Horie, 2010; Rahnma vd., 2010; James vd., 2011).

Tuzluluğun bitki gelişimi üzerine olumsuz etkileri a) toprak su potansiyelinin düşük olması (osmotik stres-su stresi) b) spesifik iyon etkisi (tuz stresi) c) beslenme dengesizliği veya d) bu faktörlerin bir kombinasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Ashraf,

1994; Marschner, 1995; Ashraf ve Harris, 2004; Byrt ve Munns, 2008; Rengasamy, 2010; Mansour ve Ali, 2017).

Tuteja, (2007) osmotik stresi; kök rizosferinde tuz miktarının artması ile ortaya çıkan ilk stres olarak tanımlamış ve oluşan bu dışsal osmotik stresin, bitkinin kullanılabilir su miktarının azalmasına neden olduğu için meydana gelen olayı “fizyolojik kuraklık” olarak isimlendirmiştir. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na^+ ve Cl^- iyonlarının K^+ , Ca^{2+} ve NO_3^- gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle birlikte besin eksikliği veya dengesizliği meydana gelmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Kısa dönemde tuzluluk osmotik strese neden olurken (Faz 1), uzun süre devam eden tuzluluk iyonik bileşen (Faz 2) etkisine neden olmaktadır (Munns ve Tester, 2008; Rahnama vd., 2010; James vd., 2011). Oksidatif stres ise tuzluluk tarafından teşvik edilen sekonder bir strestir ve üretilen reaktif oksijen türleri (ROT) membran lipidlerine, proteinlere ve nükleik asitlere giriş yaparak zarar neden olurlar (Zhu, 2002; Das vd., 2016).

Tuzluluk bitkilerin gelişimi üzerine yaprak su potansiyelinin (YSP) azalması, morfolojik ve fizyolojik değişimlere neden olması, ROT üretimini ve osmotik stresi arttırması, iyon toksisitesi oluşturması ve biyokimyasal süreçlerin değişmesine neden olması gibi olumsuz etkilere sahiptir (Khan vd., 2014). Bu faktörlerin hepsi bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler seviyelerde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Levitt, 1980; Gorham vd., 1985; Winicov, 1998; Mansour, 2000; Munns, 2002; Tester ve Davenport, 2003).

2.4.1. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki morfolojik değişimler üzerine etkileri

Kuraklığın aksine tuz stresi, osmotik stres, spesifik iyon etkisi ve besin eksikliğini içeren, böylece bitki büyüme-gelişmesi ile ilişkili olan çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmayı etkileyen karmaşık bir olaydır (Sairam vd., 2002). İlaveten geniş olarak kabul edilen bir hipoteze göre tuz stresi altında bitki büyümesinin engellenmesi; su ilişkisinin değişimi (osmotik etki), spesifik iyon etkisi (aşırı veya

eksikliği) veya enerji ulaşılabilirliği (karbonhidrat) ile ilişkilidir (Munns, 1993; Lazof ve Bernstein, 1998).

Tuz stresi bir bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi bitkinin tuza olan toleransına ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklarda başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2007). Munns vd. (2006) de bu duruma benzer bir ifade ile *“yapraklardaki yüksek tuz birikimi, yaprakların yaralanmasına ve ölmesine neden olmaktadır”* yaklaşımında bulunmuşlardır.

Tuz stresinin artışına bağlı olarak bitkilerde vejetatif büyüme parametrelerinin azaldığı farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Sixto vd., 2005; Pessarakli ve Touchane, 2006). Tuz stresi altındaki bitkilerin yaprak alanında ve sayısında, kök ve sürgün büyüme oranında, boğumlar arası uzunlukta, gövde çapında, gövde ve kök ağırlığında azalma meydana gelmektedir. Ayrıca nekroz oluşumu, yaprak absisyonu, yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabaka ile kutikula tabakasında incelme, vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalma görülmektedir. İlave olarak erken dönemde kökte lignifikasyon oluşumu da gözlenmektedir (Gucci ve Tattini, 1997; Kozłowski, 1997; Mohammed vd., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999; Parida ve Das, 2005; Küçükyumuk vd., 2014).

Bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında kök sistemleri ilk ve doğrudan etkilenen organlardır (Koyro, 2006; Fu vd., 2019). Buna karşın tuz stresi altında sürgünlerin vejetatif büyüme ve gelişmesi, köklerin vejetatif büyüme ve gelişmesine göre daha az olmaktadır (Delane vd., 1982; Weimberg vd., 1984). Nitekim Munns ve Tester (2008) *“kök sistemi tuzluluğa doğrudan maruz kalmasına karşın, yaprak büyümesi tuz stresine kök büyümesinden daha duyarlıdır. Bu nedenle tuz stresinde bitkilerde kök/sürgün oranı artmaktadır”* şeklinde benzer görüş bildirmişlerdir.

Nieman (1965)’a göre, bir bitkideki tuz stresinin morfolojik olarak en tipik belirtisi hücre uzamasının engellenmesinden dolayı büyümenin kısıtlanmasıdır. Yine morfolojik olarak tuz stresine bitki tarafından verilen ilk hızlı cevap yaprak yüzey alanının azalmasıdır (Wang ve Nii., 2000). NaCl’ün yaprak alanı üzerine olan bu olumsuz etkisi bitki gelişimine, yaprak büyümesine ve klorofil içeriğinin azalmasına

neden olan tuzun fotosentez üzerindeki olumsuz etkisi ile açıklanabilmektedir (Netondo vd., 2004). Ayrıca yaprak alanındaki azalış, yapraklarda biriken yüksek konsantrasyonlardaki Na^+ ile korelasyon halindedir (Kchaou vd., 2010).

Yapılan çalışmalarda çoğu bahçe bitkilerinin sürgün ve kök gelişiminin, toprakta veya yetiştirme ortamında bulunan yüksek konsantrasyonlardaki NaCl tarafından engellendiği bildirilmiştir (Gong vd., 2013). Akçay ve Eşitken, (2016) ise bu durumu kullanılabilir su miktarının azalmasının bir sonucu olarak açıklamıştır. Tuz stresinin en belirgin özelliği bitkilerde büyümenin azalmasına neden olmasıdır (Panta vd., 2018). Han vd. (2013) tarafından bitkilerin strese karşı verdiği ilk tepkilerden birinin biyokütledeki azalma olduğu bildirilmiştir. İlave olarak tuzlu bir ortamda NaCl 'ün varlığında bitkilerin besin dengeleri değişir ve bu durum büyümede azalmaya neden olabilir (Ruiz vd., 1997).

2.4.2. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki fizyolojik değişimler üzerine etkileri

Tuz stresi gelişmiş birçok bitkinin su ilişkisini değiştirmektedir (Greenway ve Munns, 1980; Flowers ve Yeo, 1986). Munns (2005)'a göre bu duruma, tuz stresinin başlangıç aşamasında toprakta ve bitkide yüksek tuz birikimi sonucunda ortaya çıkan osmotik stres neden olmaktadır.

Tuz stresinin ilk aşaması olan osmotik stres evresinde bitkilerde membranların kesilmesi, stoma iletkenliği ile fotosentetik aktivitenin azalması, su potansiyelinin azalması, hücre dokuları içerisine aşırı miktarda Na^+ ve Cl^- iyonlarının girişi neticesinde iyon dengesizliğinin oluşması gibi çok önemli çeşitli fizyolojik değişimler görülmektedir (Parida ve Das, 2005; Munns ve Tester, 2008; Rahnama vd., 2010; James vd., 2011).

Tuz stresi ile ortamdaki osmotik basınç artarak bitkilerin kullanılabilir su içeriği azalmaktadır. Hussain vd. (2012) ile Akçay ve Eşitken (2016) bu sorun ile karşı karşıya olan bitkilerde transpirasyon ile su kaybını önlemek için meydana gelen ilk tepkinin stomaların kapanması olduğunu bildirmişlerdir. Stomaların kapanması transpirasyonu engelleyerek stoma iletkenliğinin azalmasına neden olmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Shabala ve Munns (2012) tuzluluğun stoma iletkenliğini

hızlı bir şekilde etkilediğini belirtmişlerdir. Alvarez-Acosta vd. (2018) de stoma açıklığındaki azalışın, tüm bitkilerde tuz stresine verilen en çarpıcı ve en hızlı tepkilerden biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Stoma iletkenliğinin azalması ile kloroplastlara giren karbondioksit (CO_2) miktarı sınırlanmakta (Degl’Innocenti vd., 2009), buna bağlı olarak da fotosentetik etkinliğin bozulması neticesinde (Chaves vd., 2009; Sarabi vd., 2017) asimilasyon oranı azalmaktadır (Akçay ve Eşitken, 2016). Bu fizyolojik değişimlerin doğal bir sonucu olarak Topaloğlu, (2010) tarafından toplam klorofil miktarının da azaldığı belirtilmiştir. Chen vd. (1998)’ne göre tuz stresi altında klorofil miktarının azalması, klorofil parçalanmasının bir sonucu olarak görülmektedir. Klorofil seviyesindeki azalış ise klorofilaz aktivitesindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Bohboud, 2015).

Çoğu odunlu bitkide tuz stresine gösterilen fizyolojik tepkilerden bir diğeri yaprak su potansiyeli (YSP) ve/veya yaprak oransal su içeriğinin azalmasıdır (Mousavi vd., 2008). YSP yapraklardaki suyun itici gücü olarak tanımlanır (Jarvis, 1976) ve hem bitkilerdeki enerji durumu hem de bulunan suyun oransal miktarı hakkında bilgi vererek sonuçların yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Elsayed vd., 2011).

James vd. (2011) tuz stresinin en olumsuz etkilerinden birinin bitki dokularında Na^+ ve Cl^- iyonlarının birikmesi olduğunu ifade etmişlerdir. Tuzluluk, bitkilerin hücresel dokularında Na^+ ve Cl^- gibi zararlı iyonların toksik seviyelerde birikmesi sonucunda iyon dengesizliğine yol açmakta ve bu iyonların aşırı miktarda alınmaları bitkilerde önemli fizyolojik zararlara neden olmaktadır (James vd., 2011; Carillo vd., 2019).

En önemli tuz iyonları olan Na^+ ve Cl^- iyonlarının hücreler için toksik miktarlarda alınmaları hem membran geçirgenliğini olumsuz yönde etkilemekte hem de diğer iyonların alımını engellemektedir (Grattan ve Grieve, 1992; Hu ve Schmidhalter, 2005; Moradi ve Tahmourespor, 2011; Yaish ve Kumar, 2015).

Mahajan vd. (2008)’ne göre, bitki hücrelerinde birçok sitozolik enzimin fonksiyonel olabilmesi belirli bir Na^+ - K^+ dengesine bağlıdır. Ancak dış ortamda Na^+ miktarının artmasıyla hücreye Na^+ ’un girişi artarken, K^+ ’un hücreye alımı azalır, buna bağlı

olarak da Na^+ - K^+ dengesi bozulur (Tester ve Davenport, 2003). Bu durumun sebebinin Gong vd. (2011) " Na^+ 'un bağlanacağı alanlar için K^+ ile rekabete girmesidir" olarak açıklamışlardır.

K^+ , bitkilerde esansiyel makro besin elementlerinden biridir (Rehman vd., 2000) ve bitki gelişimi için Na^+ 'un ne kadar olumsuz etkisi varsa K^+ da bir o kadar gerekli elementtir ve bitki içerisinde büyük miktarlarda bulunması gerekmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005). K^+ 'un bitkilerde hücre uzaması, yaprak hareketleri, tropizm, metabolik homeostasis, çimlenme, osmoregülasyon, stoma hareketleri gibi süreçlerde önemli rol oynadığı bilinmektedir (Maathuis ve Amtmann, 1999; Kang vd., 2004). Tuz stresi, bitki dokularında ve özellikle de köklerde genellikle K^+ içeriğinin azalmasına neden olmaktadır (Viégas vd., 2001).

Büyüme ve gelişme için temel elementlerden bir diğeri ise Ca^{2+} iyonudur. Tuz stresi K^+ gibi Ca^{2+} alımını da olumsuz etkilemektedir. Na^+ , hücre zarındaki Ca^{2+} ile yer değiştirerek zarın apoplast kısmında $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ oranının artmasına neden olmaktadır. Bu durumda zarın fizyolojik ve fonksiyonel yapısı bozulmakta ve hücrenin Ca^{2+} dengesi etkilenmektedir (Yokoi vd., 2002).

Mg^{2+} ise sitozolde en fazla bulunan iki değerlikli katyondur ve bitkilerde birçok fizyolojik olayda kritik rol oynamaktadır (Li vd., 2001).

Tuzluluk hücre membranlarına zarar verdiğinden dolayı tuz stresi altında elektrolit sızıntısı artabilmektedir (Hautala vd., 1992; Liu ve Baird, 2004; Singh vd., 2007; Kaddour vd., 2013; Mehdi-Tounsi vd., 2017). Elektrolit sızıntısı stres boyunca meydana gelen lipid ve protein yıkımının bir sonucu olarak membranlardaki zararı göstermektedir (Rolny vd., 2011). Bajji vd. (2001), Blokhina vd. (2003), Li vd. (2010), Al Busaidi ve Farag, (2015) elektrolit sızıntısı miktarının ölçümünü; kolay, tekrarlanabilir, hızlı ve pahalı olmayan bir metot olarak tanımlamışlar, çevresel stresten kaynaklanan membran zararını değerlendirmede uygun bir fizyolojik gösterge olduğunu belirtmişlerdir.

2.4.3. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki biyokimyasal değişimler üzerine etkileri

Tuzluluğu da içeren çeşitli çevresel faktörlerin bitkiler üzerindeki en önemli sonuçlarından biri ROT seviyesindeki artış ile birlikte oluşan oksidatif strestir (Petridis vd., 2012). Das vd. (2016) tarafından bu stresin tuz stresi tarafından teşvik edilen ikinci bir stres olduğu belirtilmiştir.

Mittler, (2002)'e göre ROT'ların üretimi ve parçalanması normal koşullar altında çok iyi bir denge halindedir. Ancak tuzluluk gibi olumsuz koşullara maruz kalan bitkilerde ROT'ların üretimi ve temizlenmesi arasındaki denge bozulmakta (Esfandiari vd., 2007) ve sonucunda oksidatif stres olarak bilinen, sekonder stresten sorumlu olan ROT'ların üretimi artmaktadır (Bray vd., 2000). Üretimi artan bu ROT'lar; süperoksit ($O_2^{\bullet}$), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$) ve singlet oksijen (1O_2) gibi türleri içermektedir (Nxele vd., 2017).

Oldukça reaktif olan bu sitotoksik oksijen türleri herhangi bir koruyucu mekanizmanın yokluğunda yağlarda, proteinlerde ve nükleik asitlerde oksidatif hasara neden olarak metabolizmayı ciddi şekilde bozabilmektedir (Fridovich, 1986; McCord, 2000; Türkan ve Demiral, 2009; Das vd., 2016).

Bitkiler, ROT'ların neden olduğu oksidatif zararın olumsuz etkilerine karşı korunmak için hem enzimatik olan hem de enzimatik olmayan kompleks yapıli antioksidatif savunma sistemlerini harekete geçirmektedirler (Foyer vd., 1994; Bohnert ve Shen, 1999). Buna ilave olarak aynı zamanda uyumlu çözünenler de birikmektedir (Klages vd. 1999; Flowers ve Colmer, 2008, Orsini vd. 2010). Enzimatik sistemler; süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), monodehidroaskorbat redüktaz (MHAR), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR) gibi antioksidatif sistemleri içerirken (Mittler vd., 2004; Azevedo Neto vd., 2008), enzimatik olmayan sistemler askorbat (AsA), glutatyon, karotenoidler, α -tokoferoller ve fenolik bileşikler gibi düşük molekül ağırlığına sahip yapıları içermektedir (Di Mascio vd., 1991; Mittler vd., 2004; Türkan ve Demiral, 2009). Uyumlu çözünenler ise başlıca; prolin (Khatkar ve Kuhad, 2000; Singh vd., 2000), glisin betain (Rhodes ve Hanson, 1993; Khan vd., 2000a; Wang ve Nii, 2000), şekerler (Bohnert ve Jensen,

1996; Kerepesi ve Galiba, 2000) ve poliollerden (Ford, 1984; Bohnert vd., 1995) oluşmaktadır.

Gelişmiş bitkilerdeki lipit membranlarının peroksidasyonu, tuz stresi koşullarında ROT kaynaklı oluşan oksidatif zararı yansıtmaktadır (Halliwell, 1987; Hernández vd., 2001; Sudhakar vd., 2001; Ahmad vd., 2010). Malondialdehit (MDA) ise lipit peroksidasyonu sonucu oluşan toksik aldehytlerin bir varyetesini oluşturmaktadır (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015). MDA'nın, tuzluluğu da içeren stres faktörlerinin bir belirteci olduğu düşünülmektedir (Zhang ve Kirkham, 1994; de Azevedo Neto vd., 2006; Xu vd., 2016). İlave olarak oksidatif stresin şiddeti ile strese maruz kalan bitkilerin duyarlılık/tolerans seviyelerini değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Heath ve Packer, 1968; Dhindsa ve Matowe, 1981; Wise ve Naylor, 1987; Blokhina vd., 2003; Bor vd., 2003; Pérez-López vd., 2009).

Yapılan bazı çalışmalara göre tuz stresi altında MDA içeriği, tuza duyarlı bitkilerde dayanıklılara göre daha fazla miktarda bulunmaktadır (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998; Sairam vd., 2002; Demiral ve Türkan, 2004; Koca vd., 2007; Ksouri vd., 2007). Ancak Tounekti vd. (2011); Fan vd. (2014) bu duruma ters bir görüş belirtmişler ve MDA üretimi ile bitki tuz toleransının değerlendirilmesini kullanışlı bulmadıklarını ifade etmişlerdir.

Gupta ve Huang (2014), uyumlu çözünenleri; aynı zamanda uyumlu osmolitler olarak bilinen ve çeşitli organik bileşenleri içeren kimyasal bir grup olduğunu belirtmişler, doğal olarak çözülebilen bu bileşiklerin çok yüksek konsantrasyonlarda bile hücresel metabolizmalara karışmadığını ifade etmişlerdir. Tuz stresi altında yetişen bitkilerde farklı seviyelerde sentezlenen bu bileşikler hücre turgorunu desteklemede, osmotik ayarlama ve hücre yapılarının stabil kalmasında görev alabilmektedirler (Bartels ve Sunkar, 2005).

Uyumlu osmolitlerden prolin; pek çok bitki türünde abiyotik stres koşulları altında birirmektedir (Aubert vd., 1999; Sharma ve Dietz, 2006; Urano vd., 2009; Patade vd., 2011; Tounekti vd., 2011; Abbaspour, 2012; Hayat vd., 2012; Krasensky ve Jonak, 2012; Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a; Singh vd., 2016; Shaki vd., 2018).

Prolin birikiminin tuz stresinin etkisini azaltmada önemli bir parametre olduğu farklı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Matysik vd., 2002; Ben Ahmed vd., 2010; Saxena vd., 2013). Ayrıca prolinin tuz stresi altında yüksek miktarlardaki birikimi tuzluluğa tolerans ile ilişkilendirilmiştir (Lutts vd., 1996; Igarashi vd., 1997; Ghoulam vd., 2002; Ashraf ve Harris, 2004; Sairam ve Tyagi, 2004; Hokmabadi vd., 2005; Yusuf vd., 2008; Vasantha ve Rajlakshmi, 2009; Mane vd., 2011). Ancak bu duruma ters bir görüş de bulunmakta ve farklı türlerde yapılan araştırmalar sonucunda tuz stresine tolerans ile prolin birikimi arasında bir ilişki olmadığı ifade edilmiştir (Siddiqui ve Krishnamoorthy, 1987; Aziz vd., 1998; Chen vd., 2007; Phang vd., 2008; Suriyan ve Chalernpol, 2009; Kim vd., 2016).

Glisin betain önemli bir osmolit olup çoğu bitki türünde abiyotik streslere cevap olarak doğal bir şekilde sentezlenmekte ve birikmektedir (Grieve ve Maas, 1984; Wyn Jones, 1984; Fallon ve Phillips, 1989; McCue ve Hanson, 1990; Rhodes ve Hanson, 1993; Mansour, 2000; Mohanty vd., 2002; Yang vd., 2003; Palma vd., 2009; Rasheed vd., 2010; Slama vd., 2015; Nahar vd., 2016).

Glisin betain, tıpkı prolin gibi tuzluluğu da içeren çeşitli abiyotik stres faktörlerinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini gidermeye yardımcı olmaktadır (Gadallah, 1999; Chinnusamy vd., 2005; Vinocur ve Altman, 2005). Bugüne kadar farklı türlerde yapılan tuz stresi çalışmalarında glisin betain içeriğinin arttığı saptanmıştır (Stewart ve Lee, 1974; Khan vd., 1999; Saneoka vd., 1999; Muthukumarasamy vd., 2000; Wang ve Nii, 2000; Sakamoto ve Murata, 2002; Benzarti vd., 2014; Mohammadkhani vd., 2014; Fozouni vd., 2015). Hatta yine tuz stresi üzerine yapılan araştırmalarda toleranslı olan tür ve/veya çeşitlerde stres altında glisin betain birikiminin duyarlı olanlara kıyasla daha fazla miktarlarda biriktiği belirlenmiştir (Wyn Jones ve Storey, 1981; Grieve ve Maas, 1984; Hanson ve Grumet, 1985; Rhodes vd., 1987; Rhodes ve Hanson, 1993; Ashraf ve Foolad, 2007; Raza vd., 2007; Sohrabi vd., 2017). Öne sürülen bu hipoteze karşı farklı bir görüş de bulunmakta ve glisin betain birikimi ile tuzluluğa tolerans arasında net bir ilişki olmadığı belirtilmektedir (Wyn Jones vd., 1984; Varshney vd., 1988).

Tuz stresi bitkilerde H_2O_2 gibi ROT'ların üretimini arttırarak bitkilerde oksidatif stresi teşvik etmektedir (Imlay, 2003; Xu vd., 2016; Chatterjee vd., 2017). En çok bulunan

ve en reaktif türlerden biri olan H_2O_2 savunma ve gelişim süreçlerinde bir moleküler sinyal gibi davranarak bazı metabolik oluşumları düzenlemektedir (Neill vd., 2002; Ślesak vd., 2007). Ancak Johnson vd. (2003)'nin belirttiği üzere bitki dokularındaki artışı, makromoleküllerin özellikle de membran lipitlerinin üretimine zarar vermektedir.

Tuz stresinin bitkilerdeki H_2O_2 miktarı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, stres faktörünün H_2O_2 içeriğini arttırdığı belirlenmiş (Sairam vd., 2002; Hichem vd., 2009; Ahmed vd., 2013; Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015) ve bu artışın duyarlı türlerde ve/veya çeşitlerde oransal olarak daha fazla olduğuna dair bulgular elde edilmiştir (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998; Zhen vd., 2010).

Gelişmiş bitkiler tuz stresinin oksidatif zararını azaltmak için birbiri ardına antioksidanlar sentezleyerek farklı adaptasyon mekanizmaları geliştirirler (Wahid ve Ghazanfar, 2006; Hichem vd., 2009; Falleh vd., 2012). Ksouri vd. (2007), bu antioksidanlar içerisinde yer alan fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler ve proantosiyanidinler gibi polifenolik bileşiklerin, serbest radikalleri temizlemede önemli rol oynadıklarını belirtmişlerdir.

Tattini vd. (2006), *“fenolik bileşikler tuz stresinden kaynaklı ROT seviyesindeki artışın zararlı etkilerine karşı bitkileri korumak için antioksidan olarak hareket ederler”* ifadesini öne sürmüştür. Fenolik bileşiklerin, stres faktörleri sonucunda oluşan toksik maddelerin etkilerini azaltabildiklerinden dolayı antioksidan özellik gösterdiğine inanıldığı gibi benzer bir düşünce, Yuan vd. (2010) tarafından da bildirilmiştir.

Tuz stresi altında bitkilerde fenolik bileşiklerin birikmesi bitki türüne bağlıdır (Navarro vd., 2006; Lu ve Li, 2008; Hichem vd., 2009; Lim vd., 2012). Farklı bitki türlerinin tuz stresine tolerans yetenekleri de farklılık gösterdiğinden stres altında fenolik bileşiklerin seviyeleri oldukça değişkenlik göstermektedir (Noreen vd., 2010).

Bugüne kadar tuz stresi üzerine yapılan çalışmalarda fenolik bileşik miktarının tuz stresi ile arttığı belirlenmiştir (Muthukumarasamy vd., 2000; Ksouri vd., 2007; Abrol vd., 2012; Colla vd., 2013; Ouhibi vd., 2014; Shao vd., 2015; Zhao vd., 2015). Neffati vd. (2011) kişnişte, Shaheen vd. (2012) patlıcanda tuz stresi ile fenolik bileşiklerin

önemli miktarda azaldığını belirtirken, Noreen ve Ashraf (2009) turpta tuz stresi altında toplam fenolik bileşik miktarının değişmediğini öne sürmüşlerdir.

Fenolik bileşenlerin sentezlenmesi ve birikmesi bitki türü ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır (Bistgani vd., 2019). Montanari vd. (2008) tuz stresi sonucunda fenolik bileşenlerin içeriğinde meydana gelen değişimlerin oksidatif zarara karşı koruyucu olabileceğini bildirmişlerdir. Weidner vd. (2007) ise değişen miktarlardaki çeşitli çözülebilir fenolik bileşiklerin abiyotik strese toleransta önemli rol oynadığını belirtmişler ve osmotik stres altında *Vitis amurensis*'e ait tohumlar çimlendirildiğinde önemli fenolik asitlerden olan kateşin miktarının büyük oranda arttığını saptamışlardır.

Benzer sonuç Rezazadeh vd. (2012) tarafından da ortaya konmuş, orta şiddette tuzluluğa maruz kalan enginar bitkisinin yapraklarında klorojenik asit ve kafeik asit miktarının artış gösterdiği bulunmuştur.

Flavonoidler, fenolik bileşiklerin bir alt grubudur ve bitkiler âleminde bir dizi dağılım göstermektedir (Woodland, 1997). Bitki-patojen ilişkisi, tozlanma, ışık yansıması, çekirdek gelişimi ve allelopatiyi içeren bir takım süreçte yer alan flavonoidler ait olduğu fenolik bileşikler sınıfında olduğu gibi, farklı stres faktörlerine karşı da bitkileri korumada önemli roller oynamaktadırlar (Winkel-Shirley, 2001; Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015).

Antioksidan kapasite ve/veya antioksidan aktivite bitki tür ve çeşitlerinde tuz stresine toleransın karşılaştırılmasında bir kriter olarak kullanılmaktadır (Zhang vd., 2014; Ashrafi vd., 2015; Kiani-Pouya, 2015). Tuzluluğa tolerans farklı araştırmacılar tarafından genelde daha etkili bir antioksidan sistemi ile ilişkilendirilmiştir (Çakmak ve Marschner, 1992; Bor vd., 2003). Ancak yapılan bazı çalışmalarda antioksidan üretimi ile bitkilerin tuz stresine toleransı arasında pozitif bir ilişki saptanırken (Kim vd., 2005; Moradi ve Ismail, 2007; Jin vd., 2009), bazı çalışmalarda ise olumlu ya da olumsuz bir ilişki belirlenmemiştir (Abogadallah vd., 2010; Noreen vd., 2010; Parida ve Jha, 2010; Sabra vd., 2012a).

Oksidatif stres sonucunda meydana gelen ROT patlamasındaki zararlardan kaçınmak için bitkiler aynı zamanda enzimatik antioksidan savunma sistemlerini devreye

sokmaktadır (Mittova vd., 2003; Ashraf ve Harris, 2004). ROT saldırılarına karşı korunmada ön hat enzimi olan SOD, hızlı bir şekilde $O_2^{\cdot-}$ temizler ve metabolik reaksiyonlar süresince üretilen $O_2^{\cdot-}$ radikallerini H_2O_2 'e dönüştürür (Scandalios, 1993; Asada, 1999; Carroasco-Ríos ve Pinto, 2014; Zhong vd., 2019). SOD'un sentezlediği H_2O_2 'i CAT, polifenol oksidaz (POX) ve APX gibi enzimler detoksife ederler. CAT; H_2O_2 'i, oksijen (O_2) ve su (H_2O)'ya dönüştüren enzimdir ve bu enzim yüksek bitkilerde peroksizomda bulunur (Jamei vd., 2009). Yüksek katalitik aktiviteye fakat düşük substrat afinitesine sahip CAT kloroplastta bulunmadığı için buradaki thiol-düzenleyici enzimlerin korunmasında görev alamaz. Bu enzimin yerine ortamdaki H_2O_2 'leri detoksifiye eden ve H_2O_2 'e karşı daha yüksek affinite gösteren POX'lar bulunur (Noctor ve Foyer, 1998). POX, fenolik bileşikler ve/veya antioksidanlar gibi yardımcı substratlarla H_2O_2 'i suya dönüştürür (Meloni vd., 2003). APX, H_2O_2 detoksifikasyonunda yer alan diğer bir enzim olup bu enzimin izoenzim grupları kloroplast stroması ile tilakoid zarı, mitokondri, sitozol ve peroksizom olmak üzere dört farklı kısımda bulunur. APX, H_2O_2 'i suya dönüştürürken, AsA'yı spesifik elektron donörü olarak kullanır ve bu reaksiyona AsA'nın tek değerlikli oksidan formu olan monodihidroaskorbat (MDAsA) oluşumu eşlik eder. MDA direkt olarak NADPH-bağlı MDA redüktaz (MDAR) enziminin aktivitesiyle AsA'ya indirgenebilir (Mittler vd., 2004). Ayrıca MDA bir enzimatik reaksiyon olmaksızın kendiliğinden dihidroksiaskorbata (DHA) da indirgenebilir (Sairam ve Tyagi, 2004). DHA'dan AsA sentezlenmesine DHAR enzimi aracılık eder ve bu reaksiyonda itici güç olarak GSH (redükte glutatyon)'ın GSSH (okside glutatyon)'a oksidasyonu kullanılır. Son olarak da GR, NAD(P)H'ı indirgeyici ajan olarak kullanıp GSH'ın GSSH'dan tekrar sentezlenmesini sağlar (Secenji vd., 2008).

Antioksidatif enzimlerin aktiviteleri çeşitli çevresel stresler altında artmaktadır (Hernandez vd., 1993; Gueta-Dahan vd., 1997; Yu ve Rengel, 1999). Bu enzimlerin aktivitelerindeki artış tuz stresine maruz kalan bitkilerde de artmakta ve artış miktarı ile tuza tolerans arasında ilişki bulunmaktadır (Gossett vd., 1994; Hernandez vd., 1995; Sehmer vd., 1995; Shalata ve Tal, 1998; Sreenivasulu vd., 2000; Lee vd., 2001; Mittova vd., 2002; Gupta vd., 2005; Agarwal ve Shaheen, 2007; Sekmen vd., 2007; Ahmed vd., 2013). Ancak tuz stresi altındaki toleranslı bitkilerin antioksidatif enzim aktivitelerindeki değişimler türlere göre değişkenlik gösterdiğinden, tolerans seviyesini belirlemede güvenilir bir kriter olmadığı ifade edilmiş (Zhong vd., 2019) ve

farklı araştırmacılar tarafından elde edilen bulgular bu görüşü desteklemiştir (Siegel vd., 1982; Mittal ve Dubay, 1991; Cavalcanti vd., 2004; Bano vd., 2014; Carrasco-Ríos ve Pinto, 2014; Sun ve Huang, 2014; Hossain vd., 2017).

2.5. Armutta Tuz Stresi İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Myer vd. (1995) tarafından “Williams” armut çeşidinde uzun süreli yapılan tuzlu su ile sulamanın, verim ve büyüme üzerine etkisi araştırılmıştır. Bir grup ağaca sekiz yıl boyunca salma sulama ile diğer gruba ise dokuz yıl boyunca mini siphonlar ile sırasıyla 0.2-1.4 dS m⁻¹ ve 0.2-2.1 dS m⁻¹ konsantrasyonlarında tuz uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada, stres uygulamalarının yedinci yıldan sonra verimde azalmaya neden olduğu ve en yüksek tuz uygulaması olan 2.1 dS m⁻¹ uygulamalarının sekizinci ve dokuzuncu yıllarında verimin yaklaşık olarak sırasıyla %50 ve %60 oranında azaldığı, dokuzuncu yılda ağaçların %40’ının öldüğü belirlenmiştir. Ayrıca yapraklardaki Na⁺ ve Cl⁻ içeriği ile verim arasında negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Yine yedi vejetasyon dönemi boyunca tuzlu su ile yapılan sulamanın lateral sürgün gelişimini azalttığı, daha küçük yapılı yaprak ve meyveler oluşturduğu, yaprak dökümlerinin daha erken zamanda olduğu belirlenmiştir. YSP ise tuzluluk tarafından önemli derecede etkilenmediği saptanmıştır.

Okubo ve Sakuratani (2000) tarafından *Pyrus betulifolia* ve *P. pyrifolia* anaçlarının tuz stresi altında hayatta kalma, yaprak yanıklığı ve mineral madde alımı gibi özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, bitkilere sulama suyu ile 0 (kontrol), 25, 50, 100, 150 ve 200 mM konsantrasyonlardaki NaCl verilerek stres oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre *P. betulifolia* çöğürlerinin 100 mM NaCl konsantrasyonunda bile yüksek oranda hayatta kaldıkları ve yapraklarında çok az zararlanmanın olduğu gözlenmiştir. *P. pyrifolia* çöğürlerinin ise 25 mM NaCl konsantrasyonunda dahi yapraklarında önemli zararlanmalar meydana geldiği ve stres uygulanan bitkilerinin çoğunun öldüğü görülmüştür. Ayrıca 100 mM NaCl stresi altındaki *P. betulifolia* çöğürlerinin yapraklarında belirlenen Na⁺ içeriği, *P. pyrifolia* çöğürlerinin 25 mM NaCl stresi altındaki sonuçlarla benzer bulunmuştur.

İki farklı Asya anacı (*Pyrus betulifolia*, *P. pyrifolia*) çöğürlerinin üzerine aşıllı Çin (Yari), Japon (Kosui) ve Avrupa (La France) armutlarının tuz stresi altındaki büyüme

tepkileri incelenmiştir. *P. betulifolia* üzerine aşılı olan tüm çeşitler 50 mM NaCl stresinde bile iyi bir gelişim gösterirken, *P. pyrifolia* üzerine aşılı olanlar ciddi şekilde olumsuz etkilenmişlerdir. Tüm çeşit/anaç kombinasyonlarında, çiçek tomurcuğu oluşumunun NaCl stresi ile arttığı belirtilmiştir. Yapraklarda yapılan mineral madde analizlerine göre *P. betulifolia* anacının tuz stresine daha toleranslı olduğu ifade edilmiştir. Bu durum köklerde bulunan Na^+ ve Cl^- iyonlarını üzerine aşılı olan çeşide taşımasını sınırlandırma yeteneği ile açıklanmıştır (Okubo vd., 2000).

Matsumoto vd. (2006) tarafından *Pyrus betulaefolia* Bunge (C ve N ırkları), *P. calleryana* Dene. (8 nolu ırkı), *P. pyrifolia* Nakai, *P. fauriei* Schneid., ve *P. dimorphophylla* Makino (6 numaralı ırkı) türlerinden oluşan beş farklı *Pyrus* anacının dört aylık çöğürlerine sulama suyu ile 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl uygulamaları yapılmıştır. Anaçların tolerans durumlarının belirlenmesinde; yaprak zararlanması, sürgün boyu, YSP potansiyeli, mineral madde alımı gibi parametreleri incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre *P. betulaefolia* C'nin yapraklarında en yüksek NaCl uygulaması altında dahi herhangi bir zararlanma belirtisi görülmemiş ve tuzluluğa en toleranslı anaç olduğu saptanmıştır. Ayrıca *P. betulaefolia* N ve *P. dimorphophylla* 6 anaçlarının da tuz stresine yüksek derecede toleranslı oldukları belirlenmiştir. *P. calleryana* 8, *P. pyrifolia* ve *P. fauriei* türleri ise tuz stresine karşı duyarlılık göstermişlerdir. Tüm türlerde NaCl uygulamaları ile YSP azalmış ve türler arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Yapraklarda yapılan Na^+ ve Cl^- miktarları türler arasında ise değişkenlik göstermiştir. Tuz stresine duyarlı olan *P. calleryana* 8 ve *P. pyrifolia* türlerinin yapraklarındaki Na^+ ve Cl^- miktarının, tuz stresine toleranslı tür olan *P. betulaefolia* C ile kıyaslandığında çok daha yüksek seviyelerde olduğu saptanmıştır.

Musacchi vd. (2006) hem kendi kökleri üzerinde bulunan hem de EMC ve Sydo ayva anaçları ile OHxF 40 armut anacı üzerine aşılı olan “Abbé Fétel” çeşidinde tuz stresi ile ortaya çıkan değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada tuz stresi altında vejetatif gelişme üzerine anaçların etkisi, anaçların Na^+ ve Cl^- iyonlarını alma ile bölümlere ayırma özelliklerinin farklılığı ve önemli katyonların alımı üzerine tuzluluğun etkisi araştırılmıştır. Vejetatif büyümenin kullanılan anaca bakmaksızın tuz stresi ile çok az azaldığı, en azından kısa süreli tuzluluğa armut anaçlarının daha toleranslı olduğu ifade edilmiştir. Ayva anaçları üzerine aşılı olan bitkilerin yapraklarında tuz stresi ile Na^+

ve Cl^- iyonlarının birikimi artarken, armut anacı köklerinin Na^+ ve Cl^- birikiminden kaçınma stratejisine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayva anaçları ile kombinasyonlarda bitkilerin yapraklarında önemli miktarda Cl^- , köklerinde ise Na^+ birikimi olduğu görülmüştür. K^+ , Mg^{2+} ve Ca^{2+} alımı üzerine tuzluluğun bir etkisi olmadığı saptanmış ancak ayva anacı ile olan kombinasyonlarda K^+ konsantrasyonunun oldukça düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Quince A ve BA 29 ayva anaçlarının birlikte uygulanan tuz ve bor stresine verdikleri tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada, en düşük bitki boyu en yüksek stres uygulamalarında saptanmıştır. Tuz stresinin seviyesi arttıkça yapraklardaki fosfor (P^{4+}), Ca^{2+} ve demir (Fe^{2+}) azalmış, K^+ konsantrasyonu ise artış göstermiştir. Sonuçta, bitkilerin aynı uygulamalara farklı tepkiler vermesi genotip özelliği olarak değerlendirilmiştir (Sotiropoulos vd., 2006).

Pyrus communis anaçlarında, *in vitro* koşullarda yapılan tuz stresi sonucunda sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı ve hayatta kalma oranı tuzluluk tarafından oldukça etkilemiştir. Armut sürgünlerinin büyüme ve gelişmesi NaCl şiddeti azaldıkça artış göstermiştir (Rahman vd., 2007).

Sarah, (2009) armut ve ayva anaçlarının tuza karşı tolerans durumlarını iki farklı çalışma ile belirlemiştir. Araştırmacı birinci çalışmasında; hidroponik kültürde MC, Farold 40, BA 29 anaçları ile kendi kökleri üzerinde Abbé Fétel bitkilerine üç hafta boyunca 90 mM NaCl uygulamaları yapmış ve sonuçta Farold 40 ve Abbé Fétel bitkilerinin yapraklardaki nekrozların ayva genotiplerinden bir hafta önce meydana geldiğini ve ayvalarda zamanından önce yaprak dökülmelerinin diğer genotiplere göre önemli derece geç gerçekleştiğini saptamıştır. Yine armutlarda su içeriğinin önemli ölçüde azaldığını, ayvalarda ise klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını belirlemiştir. İkinci çalışmasında ise aynı anaçlara arazi koşullarında iki yıl süre ile 5 dS m^{-1} NaCl içeren sulama suyunu uygulamış, ancak iki yılın sonunda armutta tuz stresinden kaynaklı herhangi bir belirti saptamamıştır.

Wu ve Zou (2009), *Pyrus betulafolia* türünde yapmış oldukları tuz stresi çalışmasında 0, 50, 100, 150 ve 200 mM olmak üzere farklı NaCl konsantrasyonlarını kullanmışlardır. Araştırmacılar, çalışmanın sonunda, fotosentez oranının ve stoma

iletkenliğinin tuz stresi altında önemli derecede azaldığını ve NaCl seviyesi arttıkça azalmanın daha şiddetli olduğunu saptamışlardır. Ayrıca tuz stresinin MDA içeriğini arttırdığını ve bu artışın H_2O_2 ve O_2^- nin üretimi ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Yine SOD ve CAT aktiviteleri ile Na^+ ve Cl^- konsantrasyonunun artan NaCl stresi ile arttığını, 50 mM NaCl konsantrasyonunda K^+/Na^+ oranının önemli derecede arttığını, ancak daha yüksek tuz konsantrasyonlarında (100-200 mM NaCl) K^+/Na^+ oranı ile Ca^{2+}/Na^+ oranının önemli miktarda azaldığını bildirmişlerdir.

2.6. Farklı Bitki Türlerinde Tuz Stresi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Dionisio-Sese ve Tobita (1998), tuz stresine tolerans durumları değişen dört farklı çeltik varyetisine (“Hitomebore” (duyarlı), “Bankat” (toleranslı), “Pokkali” (toleranslı) ve “IR28” (duyarlı)) 0, 6 ve 12 dS m^{-1} olacak şekilde NaCl uygulamaları yaparak, stresin yapraklarda meydana getirdiği biyokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Yüksek şiddetteki tuz uygulamaları, “Pokkali” çeşidi hariç diğerlerinde gelişme oranı üzerinde azalışa neden olmuştur. Tuza duyarlı varyetelerde yüksek tuz stresi altında SOD aktivitesi azalmış, POX aktivitesi artmıştır. Bu varyetelerin yapraklarında daha fazla Na^+ iyonu birikmiş ilaveten lipit peroksidasyonu ve elektrolit sızıntısı artış göstermiştir. “Pokkali” varyetesinde ise sırasıyla SOD ve POX aktivitelerinin çok az arttığı ve azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar “Pokkali” varyetesinde MDA içeriğinin, elektrolit sızıntısının ve Na^+ miktarının yüksek tuz uygulamalarından çok az etkilendiğini açıklamışlardır.

Tuzlu koşullar altında yetişen şeker kamışı çeşitlerinde yaprak gelişiminin, transpirasyonun ve iyon alımı ile dağılımının incelendiği bir çalışmada bitkilere 68 gün boyunca 1, 2, 4, 8 ve 12 dS m^{-1} tuz uygulanmıştır. Tuz stresine tolerans ve duyarlılık seviyelerinin daha önce belirlendiği iki farklı çeşitte yapılan bu çalışmada yaprak alanı ve yaprak kuru ağırlığı her iki çeşitte de artan stres şiddeti ile azalış göstermiş ancak bu azalış toleranslı çeşitte daha az olmuştur. YSP, uygulamaların başlarında azalış göstermiş, toleranslı çeşitte YSP azalma daha fazla olmuştur. Na^+ ve Cl^- iyonlarının birikimi de diğer parametrelere benzerlik göstermiş, toleranslı çeşitte bu iyonların daha fazla miktarda bulunduğu saptanmıştır (Plaut vd., 2000).

Fisarakis vd. (2001) hem kendi kökleri üzerinde yetişen hem de beş farklı asma anacı üzerine aşılı olan “Sultana” asma çeşidinin 0, 25, 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarında tuz stresine göstermiş olduğu reaksiyonları araştırmışlardır. Sürgün büyümesinin, yaprak alanının, toplam kuru madde ağırlığının ve stoma iletkenliğinin tüm tuzluluk seviyelerinde azaldığı belirlenmiştir.

García-Sánchez vd. (2002) tarafından, farklı anaçlar üzerine aşılı “Sunburst” mandarin çeşidinde tuz stresi altında Na^+ ve Cl^- birikimi ile gaz değişimi, klorofil ve besin maddesi içeriği arasındaki ilişki araştırılmıştır. İki farklı anaç üzerine aşılı olan bitkilere altı hafta süre ile 0 (kontrol), 30, 60 ve 90 mM NaCl uygulamaları yapılmıştır. Tüm kombinasyonlarda tuz stresinin büyümeyi ve net gaz değişimini azalttığı belirlenmiştir. “Cleopatra” anacı üzerine aşılı olan bitkilerin yapraklarında daha az miktarlarda Na^+ ve Cl^- iyonu birikmiş, CO_2 değişim oranı ise daha yüksek miktarlarda gerçekleşmiştir. N ve K^+ miktarı bakımından “Carrizo” anacı üzerine aşılı bitkilerde değişim görülmezken, diğer kombinasyonda N^{2+} miktarı artmış ve K^+ miktarı azalmıştır. Yapraklarında daha az miktarlarda Na^+ ve Cl^- iyonu biriken Sunburst/Cleopatra kombinasyonunun tuz stresine karşı gösterdiği toleransın, köklerden yapraklara iyon taşınmasını sınırlandırması ile ilişkilendirilmiştir.

Tuz stresine toleranslı (Kharchia 65) ve orta derecede toleranslı (KRL 19) buğday genotiplerinin uzun süre tuz stresine maruz kaldığında verdikleri tepkiler ile oksidatif stres, antioksidan aktivite ve osmolit konsantrasyonu arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Tuzluk her iki genotipte de yaprak oransal su içeriğini, klorofil ve karotenoid miktarını, membran stabilite endeksini (MSE) azaltmış, H_2O_2 , prolin, glisin betain ve çözülebilir şeker miktarları ile SOD, CAT, GR aktivitesini arttırmıştır. Ancak bu artışlar ve azalışlar toleranslı genotipte sırasıyla daha fazla ve daha az olmuştur (Sairam vd., 2005).

Tuz stresine karşı tolerans durumlarını belirlemek amacıyla iki farklı acı badem anacında (genotip 31, genotip 41) tuz stresi çalışılmış ve bitkilere 0 (kontrol), 15, 30, 45, 60 ve 75 mM konsantrasyonlarında tuz uygulanmıştır. Çalışmada artan stres şiddeti ile iki genotipte de yaprak ve köklerdeki Na^+ ve Cl^- iyonları artmıştır. Genotip 41’de tüm uygulamalar K^+/Na^+ oranını önemli derecede azaltırken, genotip 31 de azalış 75 mM konsantrasyonunda görülmüştür. Bitki boyu, kök ve sürgünlerin yaş ile kuru

ağırlıkları tuz stresi ile azalmışsa da istatistiksel önem belirlenmemiştir. Yaprak alanı ise her ne kadar tuz stresi ile azalmış olsa da genotip 41'in en yüksek stres şiddetindeki azalışı önemli bulunmuştur. Prolin miktarı stres şiddeti ile kontrol bitkilerine göre artmışsa da bu artış istatistiksel önemde olmamıştır. Araştırmacılar incelenen parametreleri ele alarak yaptıkları değerlendirmede genotip 31'in tuz stresine daha toleranslı olduğunu ifade etmişlerdir (Najafian vd., 2008).

Domateste, "Hezuo 903" çeşidi ile "Zhezhen No. 1" anacının kullanıldığı tuz stresi çalışmasında bitkisel materyal olarak kendi köklerinde üzerinde yetişen ve aşılı olan bitkiler kullanılmıştır. Üç-dört adet gerçek yaprağa sahip olan bitkiler iki hafta süre ile 0, 50, 100 ve 150 mM NaCl konsantrasyonlarına maruz bırakılmışlardır. Stoma iletkenliği 100 ve 150 mM NaCl konsantrasyonlarında tüm bitkilerde önemli derecede azalmıştır. Lipit peroksidasyonu 100 ve 150 mM NaCl uygulamalarında kendi kökleri üzerinde yetişen bitkilerde çok fazla artarken aşılı bitkilerde artış miktarı çok az olmuştur. Araştırmacılar aşılı bitkilerde ortaya çıkan lipit peroksidasyon miktarının çok az artışını CAT, APX, GR ve DHAR enzim aktivitelerindeki artışa bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir (He vd., 2009).

CCP 09 ve BRS 226 kaju genotiplerinde resiprokal aşılama yapılarak dört farklı çeşit/anaç kombinasyonu oluşturulmuş ve bu bitkiler 0 (kontrol), 50 ve 200 mM NaCl stresine sokularak bitkilerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları fizyolojik tepkiler belirlenmiştir. BRS 226 genotipinin anaç olarak kullanıldığı kombinasyonlar, CCP 09 genotipinin anaç olarak değerlendirildiği kombinasyonlar ile karşılaştırıldığında yapraklarda daha fazla Na⁺, Cl⁻, prolin ve serbest amino asit miktarı saptanmıştır. Kökler ve yapraklardaki K⁺ içeriğinin ise tuzluluk tarafından etkilenmediği ve çeşit/anaç kombinasyonuna göre değişmediği bulunmuştur (Ferreira-Silva vd., 2010).

İki farklı slajlık mısır varyetesinin tuz stresine tolerans durumlarının belirlendiği araştırmada bitkilere 0, 34, 68 ve 102 mM konsantrasyonlarında NaCl stresi uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda alınan yaprak örneklerinde prolin, glisin betain ve toplam çözülebilir şeker miktarları incelenmiştir. Prolin, glisin betain ve şeker miktarları özellikle orta ve ağır stres uygulamaları sonucunda her iki varyetede de artmıştır. Ancak çalışma sonunda diğer varyeteye kıyasla tuz stresine toleranslı olduğu

düşünülen “Arper” varyetesinde bu artışların daha fazla olduğu görülmüştür (Hajlaoui vd., 2010).

Beş farklı zeytin çeşidi 0.5, 50, 100 ve 200 mM olmak üzere farklı seviyelerde NaCl’den oluşan tuz stresine maruz bırakılmış ve tuzluluğun bazı büyüme parametreleri üzerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Buna göre tuzluluk, zarar derecesi çeşitlere göre değişmekle birlikte büyüme parametrelerini önemli miktarda azaltmıştır. Yaprak büyüklüğü ve toplam yaprak alanı tüm çeşitlerde ve tüm tuz stresi seviyelerinde oldukça fazla azalış göstermiştir (Kchaou vd., 2010).

Tuzluluğa duyarlılık düzeyleri bilinen iki farklı hıyar çeşidi (“Jinchun No. 2”, tuz stresine duyarlı ve “Jinyu No. 1”, tuz stresine toleranslı), yine tolerans durumları bilinen iki farklı hıyar anacı (“Fingleaf Gourd”, tuz stresine duyarlı ve “Chaojiqianwang”, tuz stresine toleranslı) üzerine aşılansarak hidroponik ortamda 0 (kontrol) ve 100 mM’lık NaCl stresine maruz bırakılmışlardır. Birçok fizyolojik ve biyokimyasal parametrenin incelendiği çalışmada, “Fingleaf Gourd” anacı üzerine aşıllı olan bitkilerde çeşide bağlı kalmaksızın tuz zararlanma endeksi, yaprak Na⁺ içeriği ve köklerdeki H₂O₂ miktarı daha yüksek, yaprak ve köklerdeki SOD, POD ve CAT aktivitesi ise daha düşük bulunmuştur. Çalışma sonunda araştırmacılar, tuz stresine toleransın çeşide kıyasla anaç tarafından belirlendiği yorumunu yapmışlardır (Zhen vd., 2010).

Farklı bölgelerden toplanan (Jerba ve Bizerte) *Mesembryanthemum edule* bitkisinde, bölgesel farklılıkların tuz toleransına etkisi biyokimyasal parametreler yardımı ile değerlendirilmiştir. 0 (kontrol), 300 ve 600 mM NaCl stresine maruz bırakılan bitkilerde, Jerba popülasyonu en yüksek tuz stresi altında en düşük MDA miktarına ve elektrolit sızıntısına sahip olmuştur. Üstelik Jerba popülasyonunun daha etkili bir antioksidan aktivite içerdiği belirlenmiştir. *Mesembryanthemum edule* bitkisinde başlıca fenolik bileşenlerden biri olan avicularin miktarı Jerba popülasyonunda artan tuz stresi ile artış göstermişken, Bizerte popülasyonunda özellikle 600 mM NaCl stresinde azalmıştır. Elde edilen verilere göre araştırmacılar, Jerba popülasyonunun tuz stresine daha fazla tolerans gösterdiğini ifade etmişlerdir (Falleh vd., 2012).

Dört farklı zeytin çeşidinde, tuz stresi kaynaklı yaprak ve köklerde oluşan fenolik madde değişimi ile bu değişimin antioksidan aktivite ile olan ilişkisi incelenmiştir. Stres oluşturmak için bitkilere sulama suyu ile 0 (kontrol), 75 ve 125 mM NaCl uygulanmış ve stres sonucunda farklı bitki kısımlarında meydana gelen oleuropein, hidroksitirozol ve toplam fenolik içerik araştırılmıştır. Çalışma sonunda tuz stresinin özellikle yapraklarda oleuropein ve fenollerin biyosentezini harekete geçirdiği ancak hidroksitirozol üzerinde çeşide göre değişmekle birlikte olumsuz ya da hiçbir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca hem köklerde hem de yapraklarda yapılan analizler sonucunda toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite arasında oldukça önemli korelasyon olduğu saptanmıştır (Petridis vd., 2012).

Tuz stresinin farklı *Echinacea* türlerinde kafeik asit türevleri, alkamitler ve ketonlar üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bitkilere topraksız ortamda 0, 50, 75 ve 100 mM NaCl uygulanmıştır. Çalışma sonunda bu bileşenlerin tuz stresinden etkilenmediği ancak türe ve stresin şiddetine bağlı olarak nispi miktarlarında önemli değişimlerin olduğu bulunmuştur. 75 mM ve üzeri konsantrasyonlardaki NaCl'e maruz kalan *E. purpurea* ile *E. angustifolia* türlerinde klorojenik asit ve kafeik asit bileşiklerinin kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek miktarda biriktiği belirlenmiştir (Sabra vd., 2012b).

Tuzluluğa adaptasyon sağlamış mısır çeşitlerinin tuz stresi altında göstermiş oldukları biyokimyasal değişimlerin incelendiği bir çalışmada bitkilere 0 (kontrol), 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonları uygulanmıştır. Tuzluluğun “Lluteño” ve “Jubilee” çeşitlerinde bitki biyokütlesini sırasıyla % 20 ve % 65 oranında azalttığı belirtilmiştir. H₂O₂ miktarı artan tuz şiddeti ile artış göstermiş ve tuz stresine tolerans düzeyi daha önce belirlenen ve toleranslı kabul edilen “Lluteño” çeşidindeki artış oranının duyarlı çeşide göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. APX, CAT, SOD, GPX enzim aktiviteleri “Lluteño” çeşidinde GR enzim aktivitesi ise “Jubilee” çeşidinde daha yüksek bulunmuştur (Carrasco-Ríos ve Pinto, 2014).

Hidroponik bir ortamda bulunan tere bitkisi 0 (kontrol), 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl stresine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda NaCl stresinin bitki boyunu önemli miktarda azalttığı saptanmıştır. Ayrıca sürgünlerdeki kuru ağırlık azalışının biriken Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının yanı sıra azalan K⁺ miktarı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Sürgün ve köklerdeki prolin ve şeker gibi bileşenlerin birikiminin NaCl tarafından artırıldığı belirlenmiştir. Ancak prolin miktarı artan stres şiddeti ile doğrusal olarak artış göstermişken, toplam çözülebilir şeker içeriği 150 mM NaCl uygulamaları dahil olmak üzere kontrol grubuna göre değişmemiş, 200mM NaCl stresinde ise artmıştır (Manaa vd., 2014).

Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud (2015) turp bitkisini 180 mM NaCl stresine maruz bırakmışlar ve stres sonrasında bitkide meydana gelen biyokimyasal tepkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar, tuz stresinin sürgün ve köklerin yaş ağırlığını, klorofil *a* ve *b* içeriğini, antosiyaninlerin ve flavonoidlerin miktarını azalttığını bulmuşlardır. Bu bileşiklerin miktarlarındaki azalışın tersine yapraklardaki karotenoid miktarı, yaprak ve köklerdeki fenolik bileşenlerin içeriği, H₂O₂, prolin ve lipid peroksidasyon miktarları artış göstermiştir.

Küçükyumuk vd. (2015) kuş kirazı ve idris anaçları üzerine aşılı “0900 Ziraat” kiraz çeşidinin tuz stresi altında gösterdiği fizyolojik değişimleri ele almışlardır. Araştırmacılar vejetasyon süresi boyunca 0,3 (kontrol), 2, 4 ve 6 dS m⁻¹ konsantrasyonlarında sulama suyu ile tuz uygulanan bitkilerde stoma iletkenliği ve YSP değerlerinin vejetasyon süresi sonuna doğru iki kombinasyonda da azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca gelişme dönemi sonuna doğru orta ve ağır stres uygulamalarında bitkilerin öldüğünü belirtmişlerdir.

Tuz stresine maruz kalan kanola bitkisinde meydana gelen biyokimyasal tepkilerin incelendiği bir çalışmada, stres uygulamaları sonrasında büyüme parametrelerinin azaldığı, yapraklarda yapılan analiz sonuçlarına göre ise MDA içeriğinin, prolin miktarının ve SOD, CAT, POD, APX gibi antioksidatif enzim aktivitelerinin artış gösterdiği belirlenmiştir (Yıldız vd., 2015).

Yu vd. (2015), nanede tuz stresinin (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) morfolojik karakterler ve mineral madde birikimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, tuz uygulamaları bitkilerin kök, gövde ve yapraklarının su içeriğini ile biyokütlesini azaltmış ve bu azalma bitki üst bölgesinde daha dikkat çekici olmuştur. Yine stres uygulamaları bitki boyunu, kök ve sürgün uzunluğunu, sürgün ve boğum sayısını

azaltmıştır. Na^+ birikimi bitkilerin tüm organlarında artmış, Na^+/K^+ oranı da artan stres şiddeti ile artmıştır.

Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam (2016a) tuz stresi altındaki dişi ve erkek antep fıstığı çöğürlerinin tuz stresine gösterdikleri tepkileri incelemişlerdir. 0 (kontrol), 60 ve 120 mM tuz uygulanan erkek bitkilerde yeşil yaprak sayısı, sürgün kuru ağırlığı ve bitki boyu dişi bitkilere göre daha az etkilenmiştir. Genel parametreler değerlendirildiğinde, 60 mM tuz konsantrasyonunda erkek bitkiler dişilere kıyasla daha toleranslı olarak belirlenmiştir. Ancak 120 mM tuz şiddetinde cinsiyetlere göre önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Leucaena türünün tuz stresine vermiş olduğu morfolojik ve biyokimyasal tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada bitkilere 0 (kontrol), 2000 ppm, 4000 ppm ve 8000 ppm'lik tuz uygulamaları yapılmıştır. Deneme sonunda tuz stresi uygulanan bitkilerde, bitki boyunun, ana gövde çapının, gövde ve yaprak yaş ağırlıklarının kontrol bitkilerine kıyasla artan stres şiddeti ile azaldığı saptanmıştır. İlaveten serbest prolin miktarı 2000 ppm'lik uygulamalarda kontrole göre nispi bir artış göstermişken hafif ve orta seviyedeki stres uygulamalarında artan stres şiddeti ile önemli derecede artmıştır (Nassar vd., 2016).

Zrig vd. (2016) Garnem ve GF677 anaçlarına aşılı “Mazzetto” tatlı badem çeşidinde 0 (kontrol), 25, 50 ve 75 mM NaCl stresi uygulamışlardır. Çalışmada, GF677 anacı üzerine aşılı olan bitkilerde bitki boyunun artan NaCl şiddeti ile azalış gösterdiği, Garnem anacına aşılı bitkilerde ise sürgün gelişiminin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Yine Garnem anacına aşılı bitkilerde; stoma iletkenliği ve klorofil içeriği gibi yapılar korunarak fotosentez aktivitesindeki kaybın sınırlandığı, yaprakların daha yüksek karotenoid/klorofil ve antosiyanin/klorofil oranı ve yüksek miktarda K^+ ve Ca^{2+} ile düşük miktarda Na^+ içerdiği saptanmıştır. Ayrıca bu bitkilerde, prolin ve çözülebilir şeker miktarı yüksek, YSP ise düşük bulunmuştur.

Petropoulos vd. (2017) tarafından tuz stresinin çukurotu (*Cichorium spinosum* L.) bitkisinin besin değerlerini, kimyasal kompozisyonunu ve biyoaktif bileşiklerin içeriğini nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Çalışma sonunda tuz stresinin makro ve mikro

besin içeriğini önemli derecede arttırdığı, fenolik bileşiklerin kompozisyonunu ise değiştirmedeği görülmüştür.

Sohrabi vd. (2017), kendi kökleri üzerinde yetişen bazı asma anaç ve çeşitlerinin bitkilerine 0 (kontrol), 25, 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarda tuz stresi uygulamışlardır. Çalışmada, 25 mM NaCl uygulamasında bitkilerin yapraklarında herhangi bir zarar görülmezken, 50 ve 100 mM NaCl uygulamalarında ise denemede yer alan tüm çeşitlerde NaCl zararı gözlenmiştir. Sonuçta, yaprak kenarı yanıklığı, klorofil, glisin betain, elektrolit sızıntısı ve MDA içeriği gibi çeşitli morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler bazında “Yaghooti” çeşidi ile “1103 Paulson” anacı daha iyi performans göstererek, tuzluluğa karşı toleranslı oldukları belirlenmiştir.

Hatami vd. (2018), üç farklı badem anacının (badem çöğürü, GF677 ve GN15) NaCl stresine toleransını belirleyebilmek amacı ile bitkilere farklı seviyelerde tuz stresi uygulamaları (0 (kontrol), 60, 120 ve 180 mM NaCl) yapmışlardır. Çalışmada, artan NaCl stresi ile elektrolit sızıntısının arttığı ve GN15 anacının tüm stres seviyelerinde en yüksek değerleri sağladığı saptanmıştır. Yine CAT ve POX enzim aktiviteleri 60 mM NaCl uygulamasında artarken, 120 mM ve 180 mM uygulamalarında azalma göstermiştir. Her iki enzimde de en yüksek ve en düşük aktivite değerleri sırasıyla GF677 ve GN15 anaçlarında belirlenmiştir. Sonuçta araştırmacılar, tuz stresine GF677 anacının daha toleranslı olduğunu belirtmişlerdir.

Antep fıstığında anaç olarak kullanılan iki farklı anaçta (Badami-Rize-Zarand (BZ) ve Badami-e-Sefid (BS)) tuz stresinin bazı gelişme, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır. Genel olarak tuz stresi her iki anacın da büyüme parametrelerini olumsuz olarak etkilemiştir. Ancak BS anacının daha fazla etkilendiği görülmüştür. Her iki anaçta da tuz stresi ile prolin miktarı artarken, orta ve yüksek stres uygulamaları BZ anacında çözülebilir şeker içeriğini arttırmıştır. Na^+ miktarı artan tuzluluk ile iki anaçta da artmış, Fe^{2+} miktarı BS anacında azalmış, BZ anacında ise değişmemiştir. İlaveten BZ anacının sürgünlerinde daha düşük Na^+/K^+ oranı olduğu bulunmuştur. Çalışma sonunda BZ anacının tuz stresine BS anacına göre daha fazla tolerans gösterdiği bildirilmiştir (Rahneshan vd., 2018).

Aras ve Eşitken (2019) tarafından M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı “Fuji” elma çeşidinin tuz stresine karşı gösterdiği fizyolojik tepkiler araştırılmıştır. Bitkilere, yetiştirme ortamının EC_e ’si 2.5-3.0 mS cm^{-1} olana kadar sulama suyu ile 35 mM NaCl uygulanmıştır. Sonuçta, M9 ve MM106 anaçları üzerinde tuz stresine maruz kalan bitkilerde kontrol bitkilerine göre göre stoma iletkenliğinin sırasıyla %17.0 ve %30.1, membran geçirgenliğinin ise %21.3 ve %22.0 oranlarında azaldığı saptanmıştır.



3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyaller ve özellikleri

Deneme 2017 ve 2018 vejetasyon yıllarında iki yıl tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada, Avrupa armutlarının yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde kullanılan OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 armut anaçları ile BA 29 ayva anacına ait 1 yaşlı bitkiler yer almıştır. Gelişme kuvvetleri, farklı toprak yapılarına adaptasyon yetenekleri, canlı ve cansız stres faktörlerine tolerans seviyeleri değişkenlik gösteren mevcut anaçların bazı özellikleri Çizelge 3.1.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Bitkisel materyallerin bazı özellikleri (Wertheim, 2002)

Anaç	Tür Adı	Orijini	Gelişme Kuvveti	Hastalık-Zararlılara Toleransı
OHxF 97	<i>Pyrus communis</i>	A.B.D.	Bartlett çöğürünün %71-90'ı	Ateş yanıklığına, fitoplazmaya ve soğuklara dayanıklı
OHxF 333	<i>Pyrus communis</i>	A.B.D.	Bartlett çöğürünün %61-70'i	Ateş yanıklığına dayanıklı, fitoplazma, nematod ve kloroza duyarlı
Fox 11	<i>Pyrus communis</i>	İtalya	Bartlett çöğürünün %61-70'i	Ateş yanıklığına duyarlı, alkaliliğe çok toleranslı
BA 29	<i>Cydonia oblonga</i>	Fransa	Bartlett çöğürünün %40-60'ı	Ateş yanıklığı ile virüslere duyarlı, kloroza düşük duyarlı

3.1.2. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri

Çalışma, Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne (MAREM) bağlı sıcaklık kontrollü serada ve laboratuvarlarda yürütülmüştür. Kurum, Eğirdir ilçe merkezine 7 km mesafedeki Kızılçubuk Mahallesi mevkiinde, Eğirdir ve Kovada gölleri arasında uzanan 2-2.5 km genişliğindeki ve yaklaşık 20 km uzunluğundaki (Boğazova) kuzey başlangıç noktasında bulunmaktadır. Denizden yüksekliği 940 m olan enstitü, 37° 49' kuzey enlemi, 30° 52' doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çalışmanın, deneme alanına ait genel görünümü Şekil 3.1.'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünüşü

3.2. Metot

Araştırmada kullanılan OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarının üretimleri doku kültürü ile olmaktadır. Bu yöntem ile çoğaltılan bitkiler araştırmada kullanılmak üzere 2016 ve 2017 yıllarında 2-3 aylık olacak şekilde farklı firmalardan temin edilmiş ve MAREM'e ait yetiştirme seralarına dikilmişlerdir. Çalışmada yer alan BA 29 anacı ise MAREM Serpil işletmesinde hendek daldırma tekniği ile üretilmiş ve kurumdan araştırmada kullanılmak üzere temin edilmiştir. Sezon süresince gerekli kültürel işlemleri yapılan bitkilerin sökümleri kış dinlenme döneminde yapılmış ve denemede kullanılan saksılara dikilene kadar uygun şartlarda depolanmışlardır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan bitkisel materyallerin sökülme dönemindeki görünümü

3.2.1. Bitkilerin saksılara dikilmesi

Araştırmanın birinci ve ikinci yıllarında kullanılacak olan bitkisel materyaller sırasıyla 25-26 Mart 2017 ile 14-16 Mart 2018 tarihlerinde 18 (litre) l hacme sahip ve yetiştirme ortamı olarak içerisinde kum: bahçe toprağı (elenmiş): torf (1:2:1) bulunan harç ortamına dikilmişlerdir. Dikim sırasında her bir saksı tartılmış ve toplam ağırlık (saksı+fıdan ağırlığı+harç) 14.5 kg olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.3). Çalışmada yer alan yedek bitkiler ise aynı yetiştirme ortamı içeren 4 l hacimli saksılara dikilmişlerdir.



Şekil 3.3. Bitkilerin saksılara dikim aşamasından görüntüler

Saksılara dikilen bitkiler, daha iyi bir gelişme sağlayacağı düşüncesiyle MAREM'e ait yüksek bir tünel içerisine alınmış ve bitkilerin gerekli kültürel işlemleri burada kaldığı süre boyunca yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Uygulamalar öncesinde yüksek tünel içerisinde bulunan bitkilerin genel durumları ve kültürel bakımları

Haziran ayı ortalarında (uygulamaların başlamasından yaklaşık bir ay önce) bir örnek gelişme gösteren bitkiler (gelişme morfolojisi bakımından) denemenin gerçekleştirileceği seraya aktarılmışlardır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Deneme alanına bitkilerin taşınması ve sera içerisindeki bitkilerin genel görünümü

3.2.2. Denemenin kurulması ve NaCl içeren sulama suyu uygulamalarının yapılması

Araştırmada kontrol ile üç farklı konsantrasyonda NaCl içeren uygulamalar yer almış ve uygulamaların içerikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur.

Çizelge 3.2. Bitkilere uygulanan NaCl konsantrasyonları

Uygulama Konuları	Sulama Suyundaki NaCl Konsantrasyonları
T1	Kontrol (kuyu suyu) 0,3 dS m ⁻¹ * (~ 3 mM)
T2	2 dS m ⁻¹ (~20 mM)
T3	4 dS m ⁻¹ (~40 mM)
T4	8 dS m ⁻¹ (~80 mM)

*MAREM' de yapılan rutin sulama suyu analizlerine göre

Uygulamalara her iki yılda da Temmuz ayının 2. haftasında başlanmıştır. NaCl stresi uygulamaları başlamadan önce yapılan son sulamada her saksının ağırlığı tartılmış ve belirlenen tarla kapasitesine göre sulamalar yapılarak bitkiler eşit koşula getirilmiştir. İlaveten yapılan her NaCl içeren su uygulamalarından önce de bitkilerin ağırlıkları

tartılarak tarla kapasiteleri ile aralarında olan fark hesaplanmış ve uygulamalar buna göre yapılmıştır (Şekil 3.6). Bitkilerde osmotik şok oluşmaması için NaCl'ün 20 mM'lık dozları aşamalı olarak uygulanmıştır. Araştırmada sulama aralığı 4-5 gün olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.6. NaCl içeren sulama suyu uygulamalarının yapılması

3.2.3. Denemenin sonlanması ve yaprak örneklerinin alınması

Uygulamaların ilk yılında bitkilerde ortaya çıkan tuz zararından dolayı çalışma 18.09.2017 tarihinde, ikinci yılında ise 20.09.2018 tarihinde sonlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Uygulamalar sonunda NaCl zararının bitkiler üzerindeki etkisi

Deneme sonunda bitkiler kök boğazından kesilmiş ve hassas terazide ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.8). Daha sonra her bitkinin orta kısmından, gelişmesini yeni tamamlamış yapraklar alınarak etiketlenmiş, laboratuvara getirilerek yıkanmış ve kurutma kâğıdı ile kurularak -80°C 'de muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.8). Ayrıca taze yapraklarda yapılması gereken analizler denemelerin sonlandığı günlerde yapılmıştır.



Şekil 3.8. Deneme sonunda bitkilerin kesilmesi, yaprak örneklerinin toplanması ve muhafazası

3.2.4. Bitkilerde yapılan bazı morfolojik ölçümler

3.2.4.1. Bitki boyunun belirlenmesi

Deneme sonunda her bir bitkinin boy uzunluğu; kök boğazından itibaren sürgün ucuna kadar metre ile ölçülmüş, sonuçlar cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bitki boyunun ölçülmesi

3.2.4.2. Bitki çapının belirlenmesi

Deneme sonunda sürgünlerin orta noktasında dijital bir kumpas yardımıyla bitkilerin çapları ölçülmüş, sonuçlar mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Bitki çapının belirlenmesi

3.2.4.3. Yaprak alanının belirlenmesi

Yaprak alanı ölçümleri, uygulamaların başında ve sonunda her tekerrürden tesadüfen alınan 10 adet yaprak üzerinde yapılmıştır. Örneklerin yüzey alanları dijital planimetre kullanılarak (Koizumi KP-90 N) cm^2 olarak kaydedilmiştir.

3.2.4.4. Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Deneme sonunda yetiştirme ortamından sökülen kökler, aralarına giren toprak-torf parçalarının uzaklaştırılması amacıyla dikkatli bir şekilde temizlenmiş ve yaş ağırlıkları ölçülmüştür (Şekil 3.11). Kuru köklerin ağırlıkları ise kademeli olarak sıcaklığı 65°C 'ye getirilen etüvde ağırlıkları sabitleninceye kadar bekletilmiş ve hassas terazi ile ağırlıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Deneme sonunda köklerin yıkanması ve yaş-kuru ağırlıklarının ölçülmesi

3.2.4.5 Zararlanma derecesinin belirlenmesi

NaCl stresine maruz kalan bitkilerin yaprak ve sürgünlerinde meydana gelen zararın belirlenmesinde Sivritepe vd. (2008) tarafından geliştirilen skala kullanılmıştır.

Buna göre;

1. Zararlanmanın olmadığı bitkiler
2. Sürgün ucu ve yaprak kenarlarında yanıklık ve kurulamaların gözlemlendiği bitkiler
3. Yaprığın tamamı ya da gövdenin bir kısmında oluşan belirtiler gözlemlendiği bitkiler
4. Ölü bitkiler

Zararlanma derecesi aşağıda gösterilen formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ZD=\Sigma(n_i \times i)/N$$

n_i : 1-4 skalası için işaretlenen bitki sayısı

i : 1-4 skalası için verilen numara

N : Tekerrürde bulunan bitki sayısı

3.2.5. Bitkilerde yapılan bazı fizyolojik ölçümler

3.2.5.1. Membran stabilite endeksinin belirlenmesi

0.1 g tartılan yaprak örnekleri 10 ml saf su içerisinde 40°C’de 30 dakika bekletilmiş ve çözeltinin EC_e değeri ölçülmüştür (C_1). Daha sonra su banyosunda 100°C’de 10 dakika bekletilerek EC_e ’si tekrar ölçülmüştür (C_2) (Şekil 3.12.). Bu işlemlerden sonra MSE değeri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Premchandra vd., 1990; Sairam, 1994).

$$MSE=[1-(C_1/C_2)] \times 100$$

MSE: Membran Stabilite Endeksi

C_1 : İlk EC_e değeri

C_2 : Son EC_e değeri

3.2.5.2. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi

YSP üzerine uygulamaların ve kombinasyonların etkisini belirlemek amacı ile deneme başladıktan sonra 15 gün aralıklar ile deneme bitene kadar 12:00-14:00 saatleri arasında bir basınç odası aracılığı (PMS Instrument Company, Model 1000) ile ölçümler yapılmıştır. YSP ölçümleri, her uygulamada tesadüfen seçilen bir bitkinin farklı kısımlarından alınan en az iki adet tam olgunlaşmış yaprakta gerçekleştirilmiştir. Bitkilerden alınan örneklerinin stabil duruma ulaşmaları için yapraklar alüminyum folyo içerisine sarılmış ve ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.12.) (Küçükşumuk vd., 2015).

3.2.5.3 Stoma iletkenliğinin belirlenmesi

Stoma iletkenliği ölçümleri, YSP ölçümleri ile eş zamanlı olarak aynı bitkisel materyal üzerinde porometre (Delta-T, Porometer-AP4) cihazı ile ölçülmüştür. Stoma

iletkenliği ölçümleri her uygulamada tesadüfen seçilen bir bitkinin farklı kısımlarındaki en az üç adet tam olgunlaşmış yaprakta iki tekrarlamalı okuma şeklinde yapılmıştır (Şekil 3.12) (Küçükyumuk vd., 2015).



Şekil 3.12. Gerçekleştirilen fizyolojik ölçümlere dair fotoğraflar

3.2.6. Bitkilerde yapılan bazı biyokimyasal analizler

3.2.6.1. Yaprakların klorofil yoğunluğunun belirlenmesi

Yaprakların klorofil yoğunluğu ölçümleri Minolta SPAD Plus klorofil ölçer cihazı ile ölçülmüş ve elde edilen değler SPAD değeri cinsinden hesaplanmıştır. Klorofil yoğunluğunun ölçümleri deneme başladıktan sonra 15 gün aralıklar ile deneme bitene kadar 10:00-12:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.2. Yapraklardaki prolin miktarının belirlenmesi

Prolin miktarı Bates vd. (1973)'e göre belirlenmiştir. Dondurularak kurutulan yaprak örnekleri sıvı azot ile toz hale getirilmiş ve 0.5 g olarak tartılmıştır. Örnekler %3'lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 2 ml alınmış, üzerine 2 ml glasiyel asidik asit ve 2 ml ninhidrin ayracı ilave edilmiştir. Karışım 100°C'de 1 saat boyunca inkübe edilmiş ve süre sonunda reaksiyon buz banyosu ile durdurulmuştur. Daha sonra karışıma 4 ml tolüen eklenmiş ve 15-20 saniye boyunca vortekslendikten sonra örnekler karanlık bir ortamda 20 dakika bekletilmiştir. Sonrasında numune üst fazdan dikkatli bir şekilde alınmış ve spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Tanık numune olarak tolüen kullanılmıştır. Prolin miktarı $\mu\text{mol prolin g}^{-1}$ kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.3. Yapraklardaki glisin betain miktarının belirlenmesi

Glisin betain miktarı Grieve ve Grattan (1983)'e atfen Sairam vd. (2002)'ye göre belirlenmiştir. Dondurularak kurutulmuş yaprak örneğinin 0.5 g'ı 20 ml deiyonize su ile 48 saat boyunca oda sıcaklığında mekanik çalkalayıcı ile homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler filtre edilmiş ve -20°C'de analizler yapılınca kadar muhafaza edilmiştir. Dondurucudan çıkan örnekler çözündürülmüş ve 1:1 oranında 2 N sülfürik asit ile saflaştırılmıştır. Fazdan bir tüp içerisine 0.5 ml örnek alınmış ve buz banyosunda 1 saat bekletilerek soğutulmuştur. Üzerine 0.2 ml soğuk potasyum iyodide-iyodine ayracı eklenerek vortekslenmiş ve 0-4°C'de 16 saat boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda 0°C'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve mikropipet yardımıyla üst faz dikkatli şekilde alınmıştır. Dibe çöken periodid kristalleri 9 ml 1.2 dikloroetan ile çözündürülmüş ve 2-2.5 saat sonra spektrofotometrede 365 nm'de absorbans okumaları yapılmıştır. Elde edilen değerler μmol glisin betain g^{-1} kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.4. Yapraklardaki hidrojen peroksit miktarının belirlenmesi

Dondurularak kurutulmuş bitkisel materyalin 0.3 g'ı, %0.1 konsantrasyonundaki Trikloroasetik asit (TCA) çözeltisinin 3 ml'si ile buz içinde homojenize edilmiştir. Karışım 9 000 rpm'de 4°C'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve üst fazdan dikkatli biçimde 0.5 ml örnek çekilmiştir. Alınan örnek üzerine 10 mM potasyum fosfat (pH 7.0) çözeltisinden 0.5 ml ve 1 M KI çözeltisinden 1 ml ilave edilmiştir. Daha sonra vortekslenen örneğin absorbansı spektrofotometrede 390 nm'de okunmuştur (Velikova vd., 2000). Standart olarak kullanılan H_2O_2 ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla hesaplamalar yapılmış ve μmol H_2O_2 g^{-1} kuru ağırlık olarak sonuçlar verilmiştir.

3.2.6.5. Yapraklardaki toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik maddelerin tayininde Singleton ve Rossi (1965) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde 0.5 g dondurularak kurutulmuş bitkisel materyal %1'lik HCl içeren %80'lik metanolün 5 ml'si ile oda sıcaklığında 15 dakika boyunca 200

rpm’de mekanik çalkalayıcı ile homojenize edilmiştir. Karışım 22°C’de 3 000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 0.2 ml alınmış ve sırası ile 1.5 ml folin ayracı ile 1.5 ml sodyum bikarbonat eklenmiş ve spektrofotometrede 765 nm’de okumalar yapılmıştır. Standart olarak farklı konsantrasyonlar hazırlanan gallik asit çözeltisi kullanılmış ve elde edilen sonuç mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık olarak verilmiştir.

3.2.6.6. Yapraklardaki toplam flavonoid içeriğinin belirlenmesi

%1’lik HCl içeren %80’lik metanol çözeltisinin 10 ml’si ile 1 g bitkisel materyal ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen bitkisel materyalin 1 ml’si alınmış ve üzerine 4 ml saf su ilave edilmiştir. Hemen sonra %5’lik sodyum nitrit eklenmiş ve 5 dakika sonra üzerine AlCl₃ konulmuştur. 6. dakikada 1M’lık sodyum hidroksitten 2 ml ilave edilmiş ve karışım son olarak saf su ile 10 ml’ye tamamlanmıştır (Zhishen vd., 1999). Standart olarak rutin kullanılmış ve spektrofotometrede 510 nm’de okumalar yapılarak sonuçlar mg RUTİN g⁻¹ kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.7. Yapraklardaki toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi

Bitkisel materyalin toplam antioksidan kapasiteleri fosfomolibden metoduna göre belirlenmiştir (Prieto vd., 1999). 0.3 ml alınan çözeltinin üzerine 3 ml ayraç (0,6 M sülfürik asit+28 mM sodyum fosfat+4 mM amonyum molibden) solüsyonu eklenmiştir. Homojen karışım için vortekslenen örnekler 95°C’de 90 dakika inkübasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda örnekler çıkartılmış, oda sıcaklığında soğutulmuş ve spektrofotometrede 695 nm’de absorbansları ölçülmüştür. Okunan absorbanslar ile askorbik asit standartlarından elde edilerek çizilen grafik denkleminde sonuçlar mg AAE g⁻¹ kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.8. Yapraklardaki bazı fenolik bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi

Escarpa ve González (1998) tarafından geliştirilen metoda göre örneklerin ekstraksiyonları yapılmıştır. Dondurularak kurutulan ve sıvı azot içerisinde toz hale getirilen bitkisel materyalden 100 mg tartılmış ve %3 formik asit ile %1 2.6 di-tertbutyl-4-metilfenol içeren çözeltinin 2 ml’si ile ultrasonik su banyosunda (buz ile

soğutulan) ekstrakte edilmiştir. 9 000 rpm’de 7 dakika boyunca 5°C’de santrifüj edilen örnekler 0.45 µm çaplı şırınga filtreden geçirilmiş ve sisteme enjekte edilmiştir.

Fenolik bileşiklerin analizleri çoklu dalga boyuna sahip Agilent 1200 serisi yüksek performanslı sıvı kromatografisi cihazında yapılmıştır. Model, fenolik bileşiklerin ayrıştırılmasında kullanılan ODS-3 kolunu (5.0 µm çaplı, 4.6 mm x 250 mm uzunluğunda), pompa, otosampler ve çoklu dalga boyuna sahip detektörden oluşmaktadır. Fenoliklerin miktarlarının belirlenmesi Zhang vd. (2010) tarafından oluşturulan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde deiyonize su içerisinde %10 formik asit (Çözücü A) ile asetronitril içerisinde %10 formik asit ve % 1.36 deiyonize su içeren (Solvent B) iki çözelti kullanılmıştır. Gradient profil %95 A (0 dakika), %85 A (25 dakika), %78 A (42 dakika), %64 A (60 dakika) ve %95 A (65 dakika) şeklindedir. Post-run ise 10 dakika olacak şekilde belirlenmiştir. 20 µl örnek sisteme verilmiştir. Kolon sıcaklığı 30°C, pompanın akış hızı ise 1 ml dakika⁻¹ olarak ayarlanmıştır. 280 nm’de arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin; 320 nm’de klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit; 365 nm’de ise rutin ve kuersitrin belirlenmiştir. 0-100 µg ml⁻¹ konsantrasyonlarındaki fenolik standartlar sisteme tanıtılmış, elde edilen miktarlar kalibrasyon eğrisi sonucu saptanan alanlar üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.6.9. Yapraklardaki lipit peroksidasyon miktarının belirlenmesi

MDA içeriği olarak ifade edilen lipit peroksidasyonu Hernandez ve Almansa (2002)’ye göre yapılmıştır. 0.5 g yaprak örneği %10’luk TCA ile homojenize edilmiş ve santrifüjlenmiştir. Sonrasında üst faz %0.5’lik triobarbitürik asit (TBA) içeren %20’lik TCA çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışım 100°C’de su banyosunda 20 dakika bekletilmiş ve buz içerisinde reaksiyon hızla durdurulmuştur. Tekrar santrifüjlenen örneklerin spektrofotometrede okumaları 532 nm ve 600 nm’de yapılmış ve absorbans değerlerinden hesaplamalar yapılarak sonuçlar nmol g⁻¹ olarak sunulmuştur.

3.2.6.10. Yapraklardaki süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi

Yaş olarak tartılan 2 g yaprak örneği 5 ml, 100 mM sodyum fosfat (pH 6.4) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstrakt 4°C’de 10 000 rpm’de 15 dakika santrifüj edilmiş ve üst fazdan 0.1 ml alınmıştır. Alınan örnek üzerine, içerisinde 13 mM methionine, 75 µM

nitroblue tetrazolium, 10 μ M EDTA ve 2 μ M riboflavin bulunan sodyum fosfatın (pH 7.8) 3 ml'si ilave edilmiştir. Karışım 10 dakika boyunca ışıktaki bekletilmiş ve spektrofotometrede 560 nm'de okumaları yapılmıştır. SOD aktivitesi U mg^{-1} protein olarak ifade edilmiştir (Wang vd., 2005).

3.2.6.11. Yapraklardaki katalaz aktivitesinin belirlenmesi

2 g yaş yaprak örneği 2.5 ml soğuk 50 mM sodyum fosfat (pH 7.0) ile homojenize edilmiştir. 4°C'de 10 000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra örneğin üst fazından 0.5 ml alınmış ve sırasıyla üzerine 2 ml sodyum fosfat (pH 7.0) ile H₂O₂ ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 240 nm'de okumalar gerçekleştirilmiş ve CAT aktivitesi U mg^{-1} protein olarak ifade edilmiştir (Wang vd., 2005).

3.2.6.12. Yapraklardaki glutatyon peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi

4 g yaş yaprak örneği 4 ml Tris-HCl (pH 7.8) ile homojenize edilmiştir. Homojenat 30 dakika boyunca 10 000 rpm'de 4°C'de santrifüj edilmiş ve üst fazdan 0.1 ml alınmıştır. Alınan enzim örneği üzerine 0.1 mol L⁻¹ Tris-HCl' den (pH 8.0) 0.9 ml ilave edilmiş ve son hacim 1 ml'ye tamamlanmıştır. Spektrofotometrede 340 nm'de absorpsanlar belirlenmiş ve sonuçlar U mg^{-1} olarak ifade edilmiştir (Zaharieva vd., 1999).

3.2.6.13. Yapraklardaki dehidroaskorbat reduktaz aktivitesinin belirlenmesi

Bitkisel materyalin ekstraktı GPX aktivitesinde olduğu şekilde gerçekleştirilmiştir. Üst fazdan 0.1 ml örnek alınmış ve üzerine 0.9 ml 50 mM potasyum fosfat (pH 6.1) ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 340 nm'de absorpsanlar ölçülmüş ve sonuçlar U mg^{-1} olarak ifade edilmiştir (Nakano ve Asada, 1981).

3.2.6.14. Yapraklardaki askorbat peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi

APX aktivitesi Nakano ve Asada (1981) tarafından geliştirilen yöntemle göre belirlenmiştir. 2 g yaş yaprak örneği 6 ml potasyum fosfat (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir. 15 dakika süre ile 4°C'de 10 000 rpm'de santrifüj edilen örneğin üst fazından 0.1 ml örnek alınmış ve üzerine 0.05 M sodyum fosfatın (pH 7.0) 0.9 ml'si

ilave edilmiştir. Aktivitenin absorbansı spektrofotometrede 470 nm’de belirlenmiş ve sonuçlar mol dak⁻¹ g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

3.2.6.15. Yapraklardaki glutatyon reduktaz aktivitesinin belirlenmesi

Foyer ve Halliwell (1976) tarafından saptanan metoda göre yapılan analizde 2 g yaş yaprak 50 mM potasyum fosfat (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir. 15 dakika süre ile 4°C’de 10 000 rpm’de santrifüj edilen örnekten 0.1 ml alınmış ve üzerine 0.9 ml 0,025 M sodyum fosfat (pH 7.8) eklenmiştir. Spektrofotometrede 340 nm’de absorbansları kaydedilen örnekler mol dak⁻¹ g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. Yapraklarda yapılan mineral madde analizleri

Analizler için yaprak örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl’de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Daha sonra 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüşler ve ekstraksiyon için hazır hale getirilmişlerdir (Kaçar ve İnal, 2008). N²⁺ için Kjeldahl (Gerhardt Vapodest 40) yaş yakma metodu, P⁴⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Bakır (Cu²⁺), Mangan (Mn²⁺), Çinko (Zn²⁺), Bor (B⁺) ve Na⁺ analizlerinde ise kurutulmuş yaprak örneklerinin mikrodalga fırında yaş yakma metotları kullanılmış ve analizlere hazırlanan örneklerin okumaları ICP-AES (Spektro Arcos Blue2) cihazı ile yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).

3.2.8. İstatistiksel analizler

Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen bulgular, JUMP 8 yazılım programında, varyans analiz yöntemi ile F testine göre kontrol edildikten sonra, uygulamalar arasındaki farklılıklar, LSD Çoklu Karşılaştırma Testi’ne göre belirlenmiştir. Normal dağılım göstermeyen veriler için nonparametrik testlerden yararlanılmış, sonuçların değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. NaCl Stresinin Bazı Morfolojik Değişimlere Etkisi

Çalışmada morfolojik parametreler olarak; bitki boyu, bitki çapı, yaprak alanı, yaş ve kuru kök ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca gözleme dayalı olarak zararlanma derecesi belirlenmiştir. Sonuçlar aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. NaCl stresinin bitki boyuna etkisi

Çalışmada uygulamalar sonucunda elde edilen bitki boyları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Bitki boyu bakımından her iki yılda da anaç × uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri istatistik anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında bitki boyu (cm) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	149.77a*	140.18bc	124.33de	144.98ab	139.82 ^{A**}
20 mM	144.44ab	127.65d	111.99f	146.61a	132.67 ^B
40 mM	132.75cd	132.65cd	93.34g	143.39ab	126.53 ^C
80 mM	137.47bc	114.18ef	89.40g	138.81bc	119.96 ^D
Ortalama	140.86 ^A	128.67 ^B	106.01 ^C	143.45 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	160.90a	165.40a	125.43def	134.17cde	146.48 ^A
20 mM	119.61ef	152.89ab	117.97ef	134.30cde	131.19 ^B
40 mM	134.07cde	148.23abc	111.83f	133.73cde	131.97 ^B
80 mM	127.77def	139.73bcd	86.93g	118.13ef	118.14 ^C
Ortalama	135.59 ^B	151.56 ^A	110.54 ^C	130.08 ^B	-

*Küçük harfler tüm gruplar; **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$).

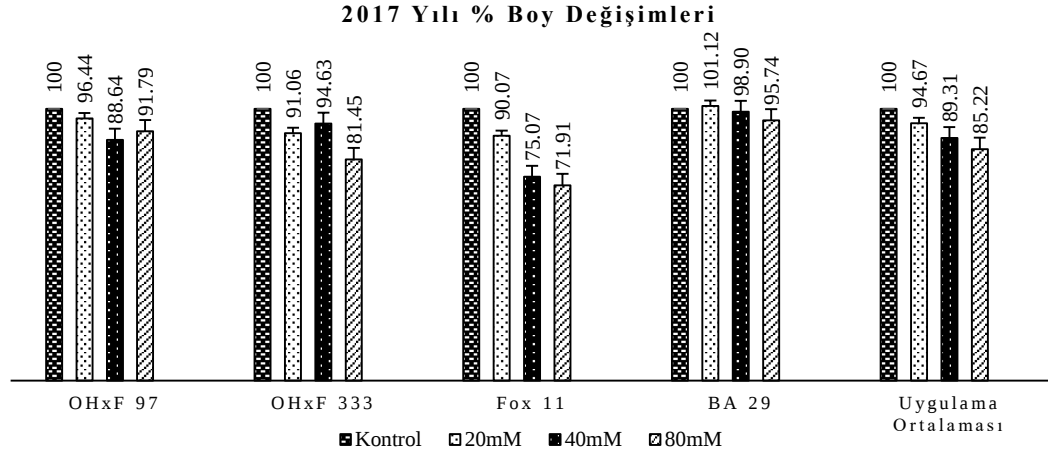
Çalışmada, anaçların bitki boyları 2017 yılında 89.40 cm (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 149.77 cm (OHxF 97, kontrol) arasında; 2018 yılında ise 86.93 cm (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 165.40 cm (OHxF 333, kontrol) arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). OHxF 97 anacının bitki boyu, kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında 2017 yılında 40 mM (132.75 cm) ve 80 mM (137.47 cm) NaCl uygulamalarında önemli derecede azalırken, 2018 yılında tüm NaCl uygulamalarında azalmıştır. OHxF 333 anacında

bitki boyu 2017 yılında 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında, kontrol bitkilerine göre önemli miktarda azalma göstermiştir. 2018 yılında ise kontrol ile 80 mM NaCl uygulamaları arasında önemli fark saptanmış olup NaCl konsantrasyonları (20 mM, 40 mM ve 80 mM) arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Fox 11 anacında, bitki boyu 2017 yılında tüm NaCl uygulamaları kontrole göre önemli derecede azaltırken, 2018 yılında sadece 80 mM (86.93 cm) NaCl uygulamasının bitki boyunu etkilediği belirlenmiştir. 2017 yılında Fox 11 anacında 40 mM (93.34 cm) ve 80 mM (89.40 cm) NaCl uygulamalarında en kısa boylu bitkiler ortaya çıkmış ve bu uygulamalar 20 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerden farklı bulunmuştur. 2018 yılında yapılan uygulamalarda ise en kısa boylu bitkilerin aynı bir önceki yıl olduğu gibi 80 mM (86.93 cm) NaCl uygulanan bitkilerde olduğu ve diğer NaCl uygulamalarından farklılık gösterdiği görülmüştür. BA 29 anacında her iki yılda da NaCl uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında önemsiz bulunmuştur. Ancak 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda nispeten daha kısa boylu bitkiler elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

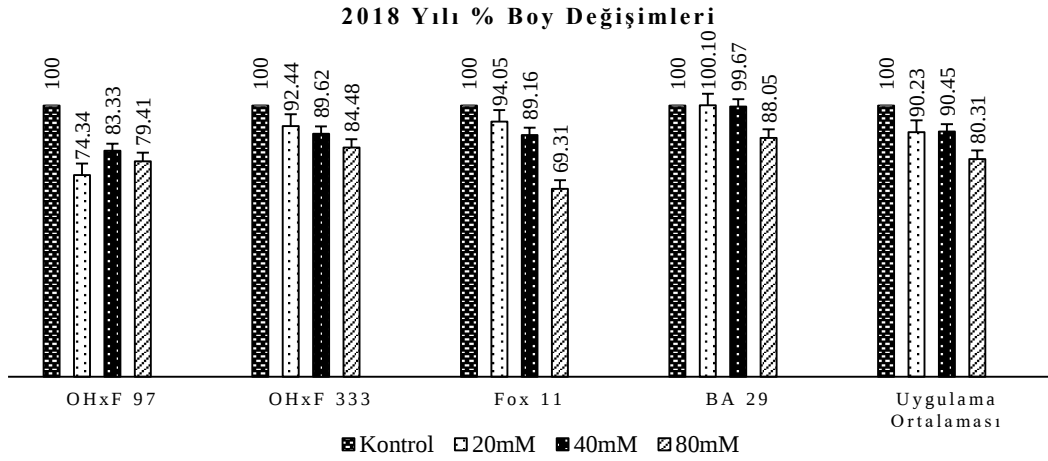
Yıllara göre NaCl uygulamalarının ortalamaları ele alındığında; her iki yılda da NaCl konsantrasyonunun artışına bağlı olarak bitki boyunun genelde azaldığı, en uzun bitkilerin kontrol (2017; 139.82 cm, 2018; 146.48 cm), en kısa bitkilerin ise 80 mM (2017; 119.96 cm, 2018; 118.14 cm) NaCl uygulamaları sonucunda ortaya çıktığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

Anaçların ortalamaları dikkate alındığında ise her iki yılda da en kısa boylu bitkiler Fox 11 (2017; 106.01cm, 2018; 110.54 cm) anacında, en uzun boylu bitkiler ise 2017 yılında BA 29 (143.45 cm), 2018 yılında ise OHxF 333 (151.56 cm) anaçlarında ölçülmüştür (Çizelge 4.1).

Farklı konsantrasyonlardaki NaCl uygulamaları neticesinde kontrol gruplarına göre bitki boyunda ortaya çıkan yüzde (%) değişimler yıllara göre sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki boyundaki % değişimler



Şekil 4.2. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki boyundaki % değişimler

Elde edilen verilere göre tüm anaçlarda NaCl uygulamalarına bağlı olarak bitki boylarında genelde azalma görülmüştür. Bitki boyunda en fazla azalma, her iki yılda da Fox 11 anacının 80 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %28.09 ve %30.69 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). En düşük azalma ise her iki yılda da BA 29 anacının 40 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %1.10 ve %0.33 olarak bulunmuştur.

Uygulama ortalamaları dikkate alındığında 2017 yılında bitki boyunda 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %5.33, %10.69 ve %14.78 oranlarında azalma saptanmıştır (Şekil 4.1). 2018 yılında ise 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında yaklaşık %10'luk, 80 mM NaCl uygulamalarında ise %19.69'luk azalış belirlenmiştir (Şekil 4.2).

4.1.2. NaCl stresinin bitki çapına etkisi

Çalışma sonucunda anaçlarda elde edilen bitki çapı değerleri ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de ifade edilmiştir. 2017 yılında anaç × uygulama interaksiyonu önemli bulunurken, 2018 yılında interaksiyon önemsiz çıkmış ve bu yıl da sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde sunulmuştur. Anaçların bitki çapı üzerine 2017 yılında hem anaç hem de uygulama faktörleri, 2018 yılında ise anaç faktörü etki etmiştir.

Çizelge 4.2. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında bitki çapı (mm) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	7.52a*	6.52b	5.04d-g	4.85e-h	5.98 ^{A****}
20 mM	7.52a	5.56cd	4.79fgh	4.38h	5.56 ^B
40 mM	6.47b	5.73c	4.85e-h	4.54fgh	5.40 ^B
80 mM	6.52b	5.47cde	5.10def	4.47gh	5.39 ^B
Ortalama	7.00 ^A	5.82 ^B	4.95 ^C	4.56 ^D	-
2018 yılı					
Kontrol	7.40A**1	7.14A1***	6.53A2	5.51A3	6.65 ^{Od}
20 mM	6.93A1	7.20A1	6.17A2	5.46A3	6.44
40 mM	6.97A1	6.96A1	6.12A2	5.81A2	6.47
80 mM	6.80A1	6.55A1	6.15A2	5.58A3	6.27
Ortalama	6.94 ^A	6.96 ^A	6.24 ^B	5.59 ^C	-

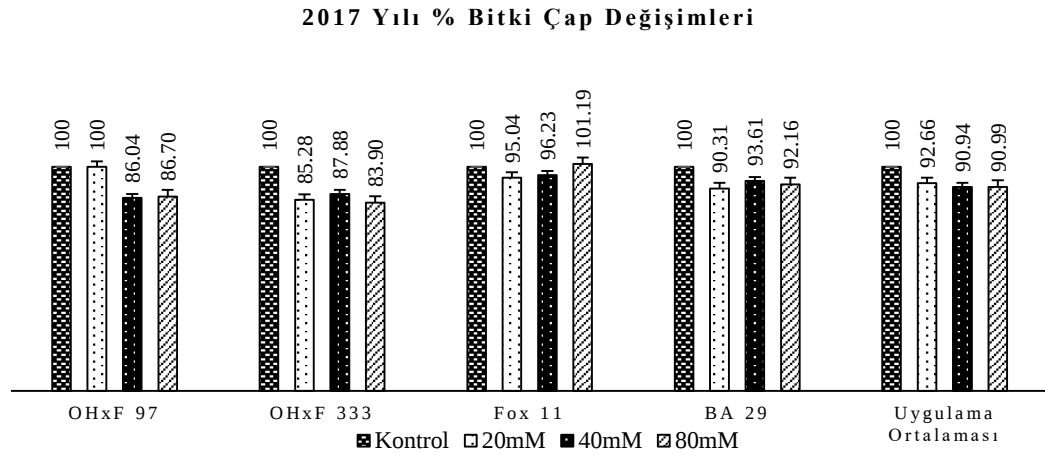
*Küçük harfler tüm gruplar; **büyük harfler uygulamalar; ***sayılar anaçlar; ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd:** Önemli değil.

Çalışmada bitki çapları, 2017 yılında 7.52 mm (OHxF 97, kontrol ve 20 mM NaCl) ile 4.38 mm (BA 29, 20 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir. 2018 yılında ise bitki çaplarının 7.40 mm (OHxF 97, kontrol) ile 5.46 mm (BA 29, 20 mM NaCl) arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). OHxF 97 anacının 2017 yılı bulgularında bitki çapının 40 mM (6.47 mm) ve 80 mM (6.52 mm) NaCl uygulamalarında, kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarına göre azaldığı saptanmıştır. OHxF 333 anacına ait 2017 yılı verilerinde ise NaCl uygulamalarının bitki çapını önemli derecede azalttığı bulunmuştur. OHxF anaçlarında 2018 yılında yapılan uygulamaların bitki çapını azaltmada önemli etkisinin olmadığı ancak NaCl uygulamaları neticesinde nispeten daha düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında ise her iki yılda da uygulamaların bitki çapı üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

Uygulamaların ortalamaları değerlendirildiğinde; 2017 yılında artan NaCl konsantrasyonu ile bitki çapının azalış gösterdiği, daha kalın bitkilerin kontrol (5.98 mm) uygulamalarında, en ince bitkilerin ise 80 mM (5.39 mm) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde meydana geldiği belirlenmiştir. 2018 yılında ise uygulamalar arasındaki fark önemsiz çıksa da en kalın (kontrol, 6.65 mm) ve en ince (80 mM NaCl, 6.27) bitkilerin sıralaması ilk yıl bulguları ile benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.2).

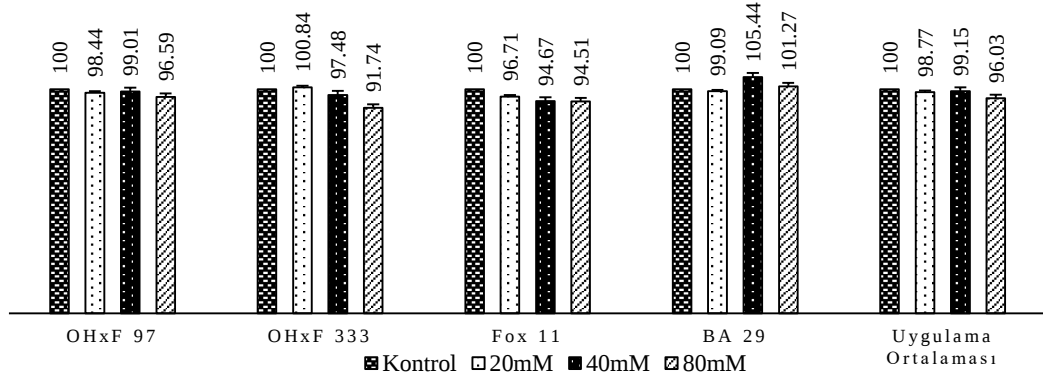
Anaçların ortalamalarına göre, 2017 yılı uygulamalarında en yüksek bitki çapına OHxF 97 (7.00 mm), 2018 yılında ise OHxF 333 (6.96 mm) ve OHxF 97 (6.94 mm) anaçları sahip olmuşlardır. Her iki yılda da bitki çapı bakımından en ince bitkiler BA 29 (2017; 4.56 mm ve 2018; 5.59 mm) anacında ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2).

Farklı konsantrasyonlardaki NaCl uygulamalarının kontrol gruplarına kıyasla bitki çapında meydana getirdiği % değişimler yıllara göre sırasıyla Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te sunulmuştur.



Şekil 4.3. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki çapındaki % değişimler

2018 Yılı % Bitki Çap Değişimleri



Şekil 4.4. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre bitki çapındaki % değişimler

2017 yılında en önemli % değişimlerin NaCl konsantrasyonuna göre değişmekle birlikte OHxF anaçlarında olduğu görülmüştür (Şekil 4.3). OHxF 333 anacında 20 mM (%14.72) ve 80 mM (%16.1) NaCl uygulamalarında, OHxF 97 anacında da 40 mM (%13.96) NaCl uygulamalarında büyük % azalmalar tespit edilmiştir. 2018 yılında ise en önemli azalış %8.26 oranı ile 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan OHxF 333 anacında saptanmıştır (Şekil 4.4). 2017 yılında Fox 11 anacının 80 mM (%1.19) NaCl uygulamalarında, 2018 yılında ise OHxF 333 anacının 20 mM (%0.84) NaCl uygulamaları ile BA 29 anacının 40 mM (%5.44) ve 80 mM (%1.27) NaCl uygulamalarında bitki çapının kontrol uygulamalarına kıyasla arttığı görülmüştür (Şekil 4.3 ve 4.4).

2017 yılı uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, bitki çapındaki azalışlar 20 mM NaCl uygulamalarında %7.34, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında yaklaşık %10 civarında olmuştur (Şekil 4.3). 2018 yılı uygulamalarının ortalamalarında ise azalış miktarları; 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %1.23, %0.85 ve %3.97 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

4.1.3. NaCl stresinin yaprak alanına etkisi

NaCl uygulamaları yapılan anaçların yaprak alanları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te sunulmuştur. Yaprak alanı bakımından, 2017 yılında anaç × uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur. 2018 yılına ise interaksyon önemli çıkmadığı için

sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Ayrıca her iki yılda da yaprak alanının anaç ve uygulama faktöründen etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yaprak alanı (cm²) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	15.80d*	15.55de	10.02g	30.40a	17.94 ^{A****}
20 mM	15.36de	16.15d	9.71g	27.13b	17.09 ^{AB}
40 mM	13.44f	16.54d	9.78g	26.93b	16.67 ^B
80 mM	15.44de	13.91ef	9.42g	23.47c	15.56 ^C
Ortalama	14.63 ^B	15.25 ^B	9.73 ^C	26.28 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	14.84A**2	15.98A2***	9.83A3	27.06A1	16.45 ^A
20 mM	13.98A2	14.43AB2	9.29B3	25.55A1	15.62 ^B
40 mM	12.35B2	12.68BC2	7.47B3	25.60A1	14.39 ^C
80 mM	11.38B2	10.95C2	7.77B3	22.27B1	13.08 ^D
Ortalama	12.91 ^B	13.15 ^B	8.59 ^C	24.90 ^A	-

*Küçük harfler tüm gruplar; **büyük harfler uygulamalar; ***sayılar anaçlar; ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$).

Araştırmada, yaprak alanları 2017 yılında 30.40 cm² (BA 29, kontrol) ile 9.42 cm² (Fox 11, 80 mM NaCl) arasında; 2018 yılında ise 27.06 cm² (BA 29, kontrol) ile 7.47 cm² (Fox 11, 40 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). 2017 yılında, OHxF 97 anacında en az yaprak alanının 40 mM NaCl uygulamalarında ortaya çıktığı ve tüm uygulamalardan farklı olduğu bulunmuştur. Bu anaçta yaprak alanı bakımından en büyük değerler ise kontrol (15.80 cm²) uygulamasında elde edilmiştir. 2018 yılında OHxF 97 anacının yaprak büyüklüğünü, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarının azalttığı, bu uygulamaların kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarından farklı olduğu saptanmıştır. İlâveten en küçük yaprakların 80 mM (11.38 cm²) NaCl uygulamalarında meydana geldiği belirlenmiştir. OHxF 333 anacında her iki yılda da yapılan uygulamaların yaprak alanını etkilediği saptanmıştır. 2017 yılındaki uygulamalarda kontrol bitkileri ile 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamaları arasında fark olmasa da, 80 mM (13.91 cm²) NaCl uygulamaları neticesinde yaprak alanı önemli miktarda küçülmüş ve 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. 2018 yılında ise en büyük yapraklar kontrol (15.98 cm²), en küçük yapraklar 80 mM (10.95 cm²) NaCl uygulamalarında oluşmuştur. Fox 11 anacında 2017 yılındaki uygulamalarda yaprak alanına uygulamaların etkisi görülmemiştir. Fakat alan olarak en büyük yapraklar kontrol (10.02 cm²) uygulamalarında, en küçük yapraklar ise 80

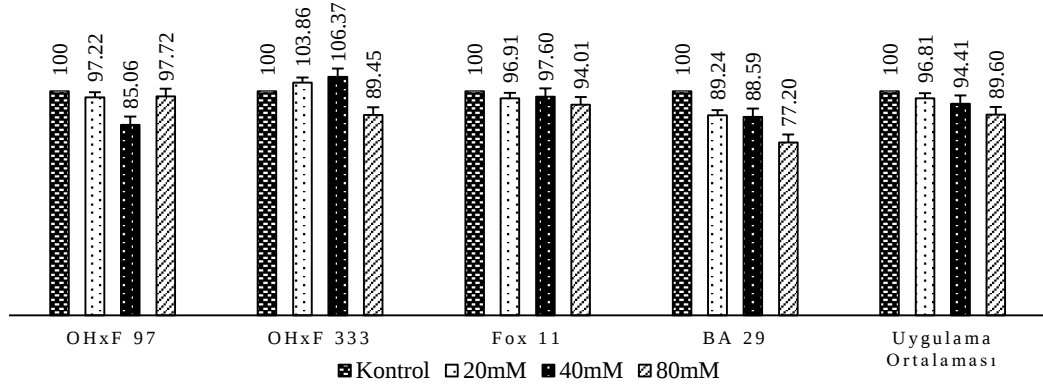
mM (9.42 cm²) NaCl uygulamaları sonucunda elde edilmiştir. 2018 yılında ise NaCl uygulamaları yapılan bitkilerde, yaprakların kontrole kıyasla daha küçük olduğu ve aralarında önemli farklılığın bulunduğu belirlenmiştir. BA 29 anacında 2017 yılında NaCl stresinin yaprak alanı üzerine etkisi olmuş, kontrol (30.40 cm²) bitkilerinde en büyük yapraklar meydana gelmiş ve NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. 80 mM (23.47 cm²) NaCl uygulaması neticesinde ise en küçük yaprakların olduğu gözlenmiş ve diğer uygulamalar ile arasında önemli farklılık saptanmıştır. 2018 yılında da 2017 yılı bulgularına benzer sonuçlar elde edilmiş ve 80 mM (22.27 cm²) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin yaprakları, diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında daha küçük formda kalmışlardır (Çizelge 4.3).

Uygulama ortalamalarına göre her iki yılda da NaCl uygulamalarının yaprak alanını azalttığı belirlenmiştir. İki yıl için de en büyük ve en küçük yapraklar sırasıyla kontrol (2017; 17.94 cm² ve 16.45 cm²) ile 80 mM (2017; 15.56 cm² ve 13.08 cm²) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Ayrıca artan stres şiddetine göre de yaprak alanının giderek azaldığı saptanmış, her iki yıl için de 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde en küçük yapraklar meydana gelmiştir. Özellikle 2018 yılında tüm uygulamalar arasında önemli farklılığın bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Anaçların ortalama yaprak alanları dikkate alındığında ise iki yılda da aynı sonuçlar elde edilmiş, en büyük yapraklara BA 29 anacının (2017; 26.28 cm² ve 2018; 24.90 cm²), en küçük yapraklara ise Fox 11 anacının (2017; 9.73 cm² ve 2018; 8.59 cm²) sahip olduğu görülmüştür. İlaveten bu iki anaç hem birbirlerinden hem de OHxF anaçlarından farklılık göstermişlerdir (Çizelge 4.3).

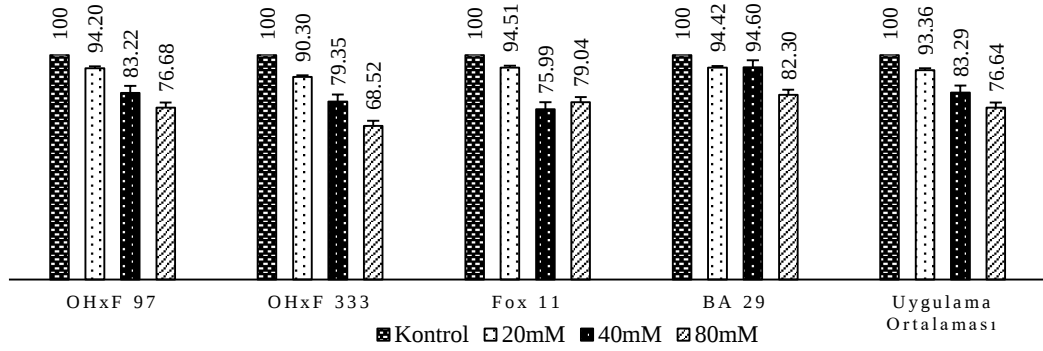
Farklı konsantrasyonlardaki NaCl uygulamalarının kontrol gruplarına kıyasla yaprak alanında meydana getirdiği % değişimler yıllara göre sırasıyla Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da sunulmuştur.

2017 Yılı % Yaprak Alan Değişimleri



Şekil 4.5. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre yaprak alanındaki % değişimler

2018 Yılı % Yaprak Alan Değişimleri



Şekil 4.6. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre yaprak alanındaki % değişimler

Buna göre iki yıl arasında değişken sonuçlar elde edilmiştir. 2017 yılında 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında en fazla değişim sırasıyla %10.76 ve %22.80 oranlarıyla BA 29 anacında görülmüştür (Şekil 4.5). 40 mM NaCl uygulamalarında ise yaklaşık %15 oranıyla OHxF 97 anacının öne çıktığı belirlenmiştir. 2018 yılında OHxF 333 anacının 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları neticesindeki değişimi %9.70 ve %31.48 ile en fazla olmuştur. Fox 11 anacında ise 40 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin yaprak alanı diğer anaçlara kıyasla daha fazla etkilenmiş ve %24 oranında değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.6).

Yıllara göre uygulama ortalamalarındaki değişimler dikkate alındığında; 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında 2017 yılında sırasıyla %3, %5.5 ve %10 olarak 2018 yılında ise sırasıyla %7, %17 ve %24 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5 ve 4.6).

4.1.4. NaCl stresinin kök yaş ağırlığına etkisi

Çizelge 4.4.; NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yaş kök ağırlıkları ile istatistik analiz sonuçlarını ifade etmektedir. Yaş kök ağırlığı açısından 2017 yılında anaç × uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş ve sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde sunulmuştur. 2018 yılında ise anaç × uygulama interaksyonu önemli çıkmıştır. İlaveten çalışmanın yapıldığı her iki yılda da kök yaş ağırlığı üzerine uygulama ve anaç faktörlerinin etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında kök yaş ağırlığı (g) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	38.94A**3	67.23A2***	71.09A12	78.38B1	63.91 ^{A****}
20 mM	39.56A3	59.36A2	66.08AB2	90.70A1	63.93 ^A
40 mM	41.90A3	59.15A2	60.25B2	73.09B1	58.60 ^B
80 mM	35.36A3	56.06A2	58.84B2	79.43B1	57.42 ^B
Ortalama	38.94 ^C	60.45 ^B	64.06 ^B	80.40 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	57.58ef*	41.29gh	123.21a	91.01bcd	78.27 ^A
20 mM	63.44e	43.58gh	113.52a	85.13cd	76.42 ^{AB}
40 mM	58.88ef	37.01h	93.00bcd	93.43bc	70.58 ^{BC}
80 mM	51.07fg	39.53gh	100.85b	81.40d	68.21 ^C
Ortalama	57.64 ^C	40.35 ^D	107.64 ^A	87.74 ^B	-

*Küçük harfler tüm gruplar; **büyük harfler uygulamalar; ***sayılar anaçlar; ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$, $p < 0.05$).

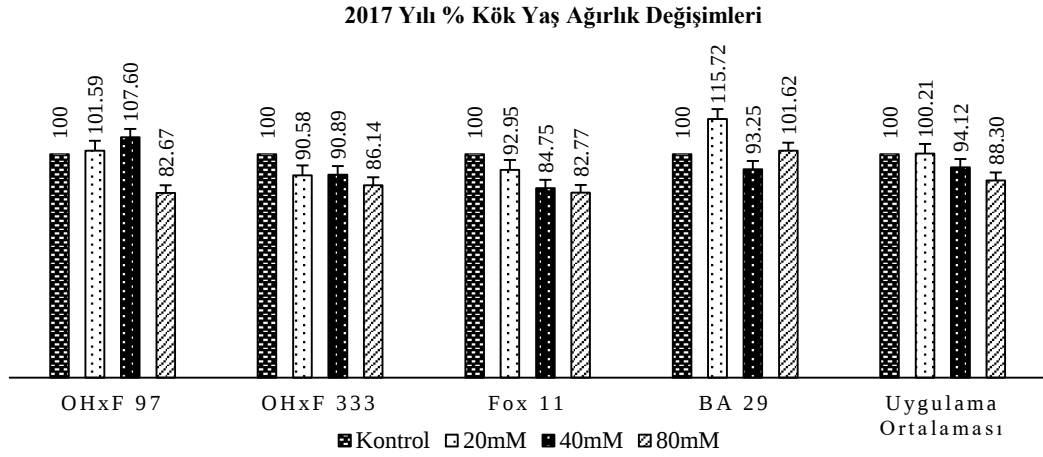
2017 yılında gerçekleştirilen uygulama sonuçlarına göre kök yaş ağırlığının 90. 70 g (BA 29, 20 mM NaCl) ile 35.36 g (OHxF 97, 80 mM NaCl) arasında; 2018 yılında ise 123.21g (Fox 11, kontrol) ile 37.01 g (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4). 2017 yılında OHxF 97 anacında NaCl uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi olmazken, 2018 yılında kök yaş ağırlığı en yüksek 20 mM (63.44 g) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve 80 mM (51.07 g) NaCl uygulaması ile arasında farklılık görülmüştür. Bununla beraber en az kök yaş ağırlığı da 80 mM NaCl uygulamasında bulunmuştur. OHxF 333 anacında da her iki yılda NaCl uygulamalarının kök yaş ağırlığına etkisi olmadığı görülmüştür. Fox 11 anacında ise her iki yılda uygulamalar arasında önemli farklar bulunmuş, en yüksek kök yaş ağırlığı kontrol (2017; 71.09 g ve 2018; 123.21 g) uygulamaları sonucunda saptanmıştır. Kontrol ile 20 mM NaCl uygulamaları arasında ise önemli farklılığın

oluşmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu anaçta yıllara göre sıralaması değişmekle birlikte en düşük kök yaş ağırlığına 40 mM (2017; 60.25 g ve 2018; 93.00 g) ve 80 mM (2017; 58.84 g ve 2018; 100.85 g) NaCl uygulamalarının sahip olduğu görülmüştür. BA 29 anacında ilk yıl uygulamaları sonucunda en yüksek kök yaş ağırlığına 20 mM (90.70 g) NaCl uygulamalarının sahip olduğu ve bu grubun tüm uygulamalardan istatistiksel olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır. Uygulamaların ikinci yılında ise en düşük kök yaş ağırlığı 80 mM (81.40 g) NaCl uygulamaları sonucunda ortaya çıkmış ve 40 mM NaCl uygulamasından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.4).

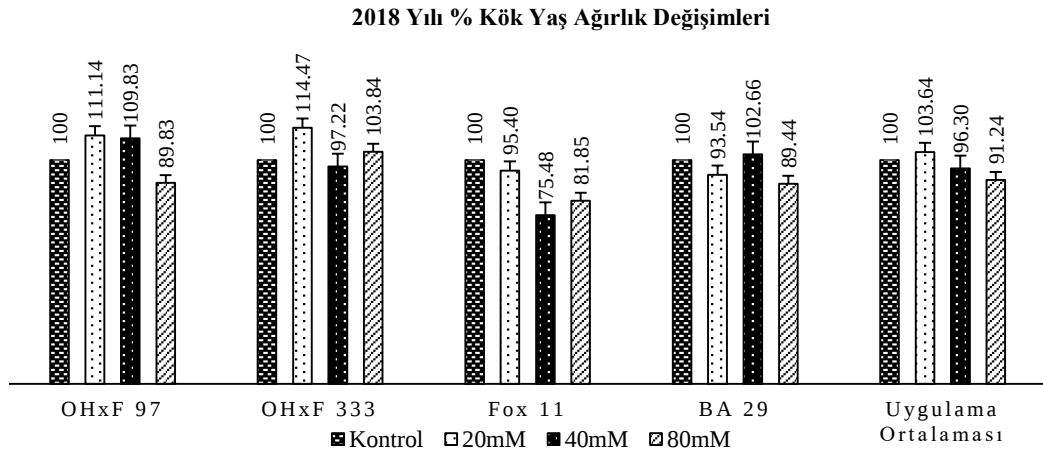
Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, iki yıl bulgularının birbirleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir. 2017 yılında, 40 mM (58.60 g) ve 80 mM (57.42 g) NaCl uygulamaları sonucunda kök yaş ağırlığı azalmış, kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarından farklı oldukları belirlenmiştir. 2018 yılında ise en düşük kök yaş ağırlığı 80 mM (68.21 g) NaCl uygulanan bitkilerde saptanmış ve kontrol ile 20 mM NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Anaçların ortalamalarında, en fazla kök yaş ağırlığına 2017 yılında BA 29 (80.40 g) anacı, 2018 yılında ise Fox 11 (107.64 g) anacı sahip olmuştur. En düşük kök yaş ağırlıkları ise 2017 yılında OHxF 97 (38.94 g) anacında, 2018 yılında OHxF 333 (40.35 g) anacında görülmüştür (Çizelge 4.4).

Farklı konsantrasyonlardaki NaCl uygulamalarının kontrol gruplarına kıyasla kök yaş ağırlığında meydana getirdiği % değişimler yıllara göre sırasıyla Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler



Şekil 4.8. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler

Kök yaş ağırlığının kontrol uygulamalarına göre % değişimleri değerlendirildiğinde; 2017 yılında 20 mM NaCl uygulamalarında en fazla azalış %9.42 ile OHxF 333 anacında (Şekil 4.7), 2018 yılında ise %6.46 ile BA 29 anacında görülmüştür (Şekil 4.8). 40 mM NaCl uygulamalarında iki yılda da en önemli azalışların Fox 11 anacında olduğu belirlenmiş ve azalış miktarı yıllara göre sırasıyla %15.25 ve %24.52 olmuştur. 80 mM NaCl uygulamalarında ise 2017 yılında OHxF 97 anacında %17.33 ve Fox 11 anacında %18.15 oranlarının en önemli azalışlar olduğu bulunmuştur.

Uygulamaların ortalamalarında, her iki yılda da 20 mM NaCl uygulamalarında kök yaş ağırlığı artış göstermiştir. Artış miktarı 2017 yılında %0.21 (Şekil 4.7), 2018 yılında ise %3.64 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8). 40 mM NaCl uygulamalarında 2017 yılında %5.88, 2018 yılında %3.70 oranlarında azalış saptanmıştır. 80 mM NaCl

uygulamalarına maruz kalan bitkilerde ise 2017 yılında %11.70, 2018 yılında ise %8.76 oranlarında azalış elde edilmiştir (Şekil 4.7 ve 4.8).

4.1.5. NaCl stresinin kök kuru ağırlığına etkisi

NaCl uygulamaları yapılan anaçların kök kuru ağırlıkları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Kök kuru ağırlığına 2017 yılında anaç × uygulama interaksyonunun etkisi görülmemiş ve sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde sunulmuştur. 2018 yılında anaç × uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığı anaç faktöründen her iki yılda da, uygulama faktöründen ise 2018 yılında etkilenmiştir.

Çizelge 4.5. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında kök kuru ağırlığı (g) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	18.78A**3	31.28A2***	34.51A2	43.65A1	32.05 ^{Öd}
20 mM	19.07A3	28.89A2	31.84A2	41.64A1	30.36
40 mM	19.65A3	31.37A2	29.63A2	38.83A1	29.87
80 mM	16.48A3	28.43A2	29.22A2	39.93A1	28.94
Ortalama	18.92 ^C	29.99 ^B	31.30 ^B	41.01 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	30.76e*	22.59fg	65.67a	54.50bcd	44.25 ^{A****}
20 mM	31.21e	24.78fg	60.82b	51.06cd	41.95 ^{AB}
40 mM	32.14e	20.57g	51.30cd	55.68bc	39.92 ^B
80 mM	28.28ef	23.55fg	58.74b	49.57d	40.03 ^B
Ortalama	31.54 ^C	23.32 ^D	59.13 ^A	52.70 ^B	-

*Küçük harfler tüm gruplar; **büyük harfler uygulamalar; ***sayılar anaçlar; ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). ^{Öd}: Önemli değil.

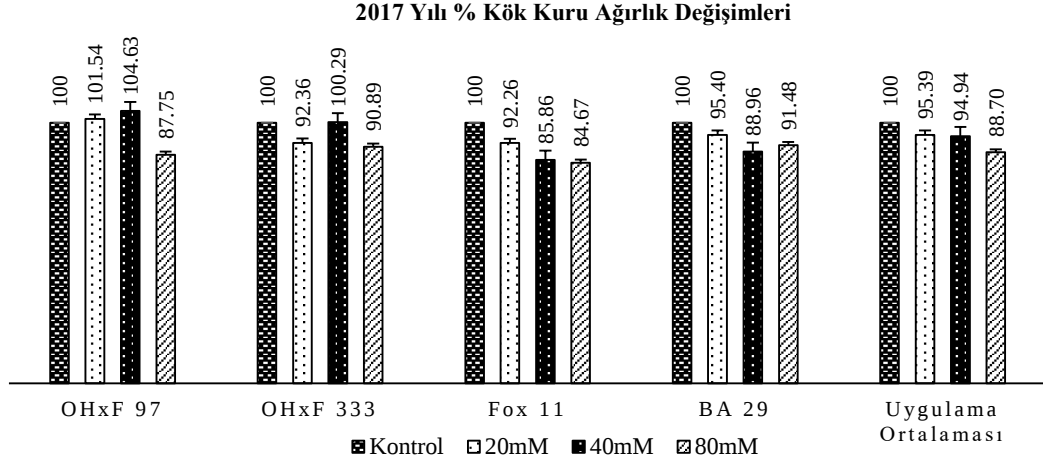
Denemede, anaçların kök kuru ağırlıkları 2017 yılında 43.65 g (BA 29, kontrol) ile 16.48 g (OHxF 97, 80 mM NaCl) arasında, 2018 yılında ise 65.67 g (Fox 11, kontrol) ile 20.57 g (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5). OHxF anaçlarında her iki yılda da yapılan NaCl uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi olmadığı saptanmıştır. Ancak yine de daha hafif kök kuru ağırlıklarının yıllara göre değişmekle birlikte 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında ortaya çıktığı görülmüştür. Fox 11 anacında 2017 yılındaki NaCl uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi olmazken, 2018 yılında kontrol (65.67 g) grubundaki bitkilerinin, 20 mM, 40mM ve 80 mM NaCl uygulamalarına göre daha yüksek ağırlıklara sahip

olduğu belirlenmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı 40 mM (51.30 g) ve 80 mM (58.74 g) NaCl uygulamalarında tespit edilmiş ve bu uygulamalar kontrol bitkilerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 2017 yılı uygulamalarının BA 29 anacında kök kuru ağırlığı üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Ancak nispeten daha düşük ağırlıklar 40 mM (38.83 g) ve 80 mM (39.93 g) NaCl uygulamaları sonucunda elde edilmiştir. 2018 yılında ise kontrol ile NaCl uygulamaları arasında fark belirlenmemesine rağmen, kök kuru ağırlığı bakımından en hafif bitkiler 80 mM (49.57 g) NaCl uygulamalarında meydana gelmiş ve 40 mM NaCl uygulamasından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.5).

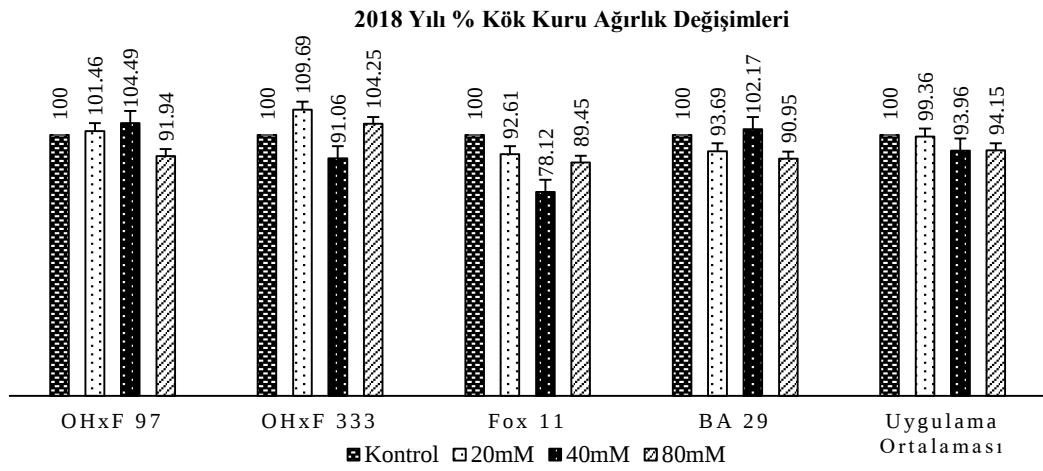
Uygulamaların genel ortalamalarında 2017 yılında istatistiksel anlamda fark görülmemesine rağmen 40 mM (29.87 g) ve 80 mM (28.94 g) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin kök kuru ağırlıklarının daha düşük olduğu saptanmıştır. İlaveten artan NaCl konsantrasyonu ile birlikte de kök kuru ağırlığı nispeten azalış göstermiştir. 2018 yılında yapılan uygulamalarda ise 40 mM (39.92 g) ve 80 mM (40.03 g) NaCl uygulamalarında ağırlık azalmış, kontrol (44.25 g) uygulamalarından farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Anaçların ortalamaları ele alındığında, 2017 yılı uygulamalarında BA 29 (41.01 g) anacının, 2018 yılı uygulamalarında ise Fox 11 (59.13 g) anacının en yüksek kök kuru ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. En düşük kök kuru ağırlığı her iki yılda da OHxF anaçlarında belirlenmiş, bu bakımdan 2017 yılında OHxF 97 (18.92 g) anacının, 2018 yılında ise OHxF 333 (23.32 g) anacının öne çıktığı saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.; farklı konsantrasyonlardaki NaCl uygulamalarının kontrol gruplarına kıyasla kök kuru ağırlığında meydana getirdiği % değişimleri yıllara göre sırasıyla ifade etmektedir.



Şekil 4.9. 2017 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler



Şekil 4.10. 2018 yılı farklı anaç ve NaCl uygulamalarında kontrole göre kök yaş ağırlığındaki % değişimler

Kontrol uygulamalarına göre NaCl uygulamaları sonucunda anaçların kuru kök ağırlıklarında olan % değişimlerin her iki yılda da en fazla Fox 11 anacında olduğu görülmüştür (Şekil 4.9 ve 4.10). Bahsedilen anaçta 2017 yılında 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında ortaya çıkan değişimlerin sırasıyla %7.74, %14.14 ve %16.33 (Şekil 4.9), 2018 yılında ise %7.39 %21.88 ve %10.55 oranlarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10).

Uygulamaların ortalamalarındaki % değişimler incelendiğinde, 2017 yılında 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %4.61, %5.06 ve %11.30 oranlarında kök kuru ağırlığının azaldığı saptanırken (Şekil 4.9), 2018 yılında sırasıyla bu oranlar %0.64, %6.04 ve %5.85 olarak bulunmuştur (Şekil 4.10).

4.1.6. NaCl stresinin zararlanma derecesi üzerine etkisi

2017 ve 2018 yıllarında bitkilerde oluşturulan NaCl stresi neticesinde anaçlarda belirlenen zararlanma derecesi Çizelge 4.6.'da sunulmuştur. Her iki yılda da veriler normal dağılım göstermemiş ve sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde verilmiştir. Ayrıca uygulamaların yapıldığı 2017 ve 2018 yıllarında anaç faktörünün zararlanma derecesi üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında zararlanma derecesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017				
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29
20 mM	0.27B*1	0.20B1**	0.20C1	0.20C12
40 mM	0.20B2	0.20B2	1.87B1	0.67B1
80 mM	0.93A2	1.07A2	3.00A1	2.00A1
Ortalama	0.47C***	0.49 ^C	1.69 ^A	0.96 ^B
2018				
20 mM	0.27B1	0.20B1	0.27C1	0.20C1
40 mM	0.20B2	0.20B2	1.33B1	0.80B1
80 mM	0.87A2	0.93A2	2.67A1	1.60A1
Ortalama	0.45 ^C	0.44 ^C	1.42 ^A	0.87 ^B

*Büyük harfler; her anacın kendi içerisindeki uygulamaların, **sayılar; uygulamalara göre anaçların, ***üçü harfler; anaç ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$).

Zararlanma derecesi bakımından 2017 ve 2018 yıllarında benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.6). NaCl uygulamalarına göre en yüksek zararlanma derecesinin her iki yılda da Fox 11 (2017; 3.0 ve 2018; 2.67) anacının 80 mM NaCl uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Hem 2017 hem de 2018 yıllarında OHxF anaçlarına 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarının olumsuz etki oluşturmadığı ve her iki yılda da zarar derecesinin 0.2 olduğu görülmüştür. 80 mM NaCl uygulamalarında ise her iki anaçta da zararlanma derecesi 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarına kıyasla artmış ancak zarar derecesi OHxF 97 anacında 1'in altında kalmıştır. OHxF 333 anacında ise 2017 yılında yapılan NaCl uygulamaları sonucunda 80 mM (1.07) NaCl stresine maruz kalan bitkilerde zararlanma derecesi 1'in üzerinde bulunmuştur. Fox 11 ve BA 29 anaçları değerlendirildiğinde; her iki yılda da artan NaCl konsantrasyonu ile zarar derecesinin arttığı, tüm uygulamalar arasında istatistiksel farkların olduğu görülmüştür. Özellikle Fox 11 anacının 40 mM (2017; 1.87 ve 2018; 1.33) NaCl uygulamalarında bile oldukça fazla etkilendiği ve zarar derecesinin bu

düzeydeki streste 1'in üzerinde olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.6). Uygulamalara göre anaçların zararlanma derecesi incelendiğinde; 2017 yılı 20 mM NaCl uygulamalarında zararlanma derecesi bakımından anaçlar arasında fark olmamıştır (Çizelge 4.6). 40 mM NaCl uygulamalarında ise zararlanma derecesi Fox 11 (1.87) ve BA 29 (0.62) anaçlarında daha yüksek bulunarak OHxF anaçlarından farklılık göstermişlerdir. 80 mM NaCl uygulamalarında da benzer bir sonuç ortaya çıkmış, Fox 11 (3.00) ve BA 29 (2.00) anaçları ile OHxF anaçları ise aralarında fark belirlenmiştir. 2018 yılında yapılan NaCl uygulamaları neticesinde bir önceki yıla benzer sonuçlar elde edilmiştir. 20 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark olmazken, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda Fox 11 (40 mM; 1.33, 80 mM; 2.67) ve BA 29 (40 mM; 0.80, 80 mM; 1.60) anaçları ile OHxF anaçları arasında farklılık görülmüştür (Çizelge 4.6).

Anaç ortalamaları dikkate alınarak yapılan zararlanma derecesi değerlendirmesinde; her iki yılda da en yüksek değerlerin Fox 11 (2017; 1.69 ve 2018; 1.42) anacında olduğu bulunmuştur. Bunu BA 29 (2017; 0.96 ve 2018; 0.87) anacı takip etmiştir. OHxF anaçlarında (OHxF 97, 2017; 0.47 ve 2018; 0.45), (OHxF 333, 2017; 0.49 ve 2018; 0.44) ise her iki yılda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

4.2. NaCl Stresinin Bazı Fizyolojik Değişimlere Etkisi

Araştırmada fizyolojik parametreler olarak; MSE, YSP ve stoma iletkenliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.2.1. NaCl stresinin yapraklardaki membran stabilite endeksi üzerine etkisi

NaCl stresine maruz kalan anaçların yapraklarında deneme sonunda ölçülen MSE değerleri ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. 2017 yılında MSE üzerine anaç × uygulama interaksyonu önemsiz, 2018 yılında önemli çıkmıştır. MSE'nin 2017 yılında anaç, 2018 yılında ise hem anaç hem de uygulama faktörlerinden etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında MSE (%) üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	37.27A**1	30.16A1***	22.66A1	47.10A1	34.30 ^{Od}
20 mM	20.02A2	27.20A2	25.03A2	46.93A1	29.79
40 mM	32.08A1	38.04A1	30.54A1	35.45A1	34.03
80 mM	28.64A1	26.57A1	27.38A1	38.77A1	30.34
Ortalama	29.50 ^B	30.50 ^B	26.40 ^B	42.06 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	83.64c*	88.09ab	88.37ab	82.98c	85.77 ^{B****}
20 mM	87.33ab	83.86c	89.39a	82.21c	85.70 ^B
40 mM	86.76b	86.56b	89.03ab	82.75c	86.27 ^{AB}
80 mM	86.62b	88.06ab	88.40ab	86.48b	87.39 ^A
Ortalama	86.09 ^B	86.64 ^B	88.79 ^A	83.61 ^C	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd:** Önemli değil.

Araştırmada, yaprakların MSE değerleri 2017 yılında %47.10 (BA 29, kontrol) ile %20.02 arasında, 2018 yılında ise %89.39 (Fox 11, 20 mM NaCl) ile %82.21 (BA 29, 20 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). 2017 yılında MSE içeriği uygulamalardan etkilenmemiştir. MSE anaçlara göre değişkenlik gösterse de 80 mM NaCl uygulamalarında kontrol bitkilerine göre genelde nispi azalış göstermiştir. OHxF 97 ve BA 29 anaçlarının tüm NaCl uygulamalarında, MSE'nin kontrol bitkilerine kıyasla nispeten azaldığı ortaya çıkmıştır. OHxF 333 anacında NaCl konsantrasyonuna göre değişen sonuçlar görülse de en düşük değer 80 mM (% 26.57) NaCl uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Fox 11 anacında ise MSE, NaCl uygulamalarında kontrol grubuna göre artmış ve en yüksek değerler sırasıyla 40 mM (%30.54) ve 80 mM (27.38) NaCl uygulamalarında saptanmıştır. 2018 yılında OHxF 97 anacında NaCl uygulamalarının MSE'yi arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). En düşük MSE değeri kontrol (83.64) uygulamalarında saptanmıştır. OHxF 333 anacının 20 mM (83.86) NaCl uygulamasına maruz kalan bitkilerde MSE diğer uygulamalara kıyasla azalmıştır. Fox 11 anacında MSE uygulamalardan etkilenmezken, BA 29 anacında 80 mM (86.48) NaCl sonucunda MSE'nin arttığı görülmüştür.

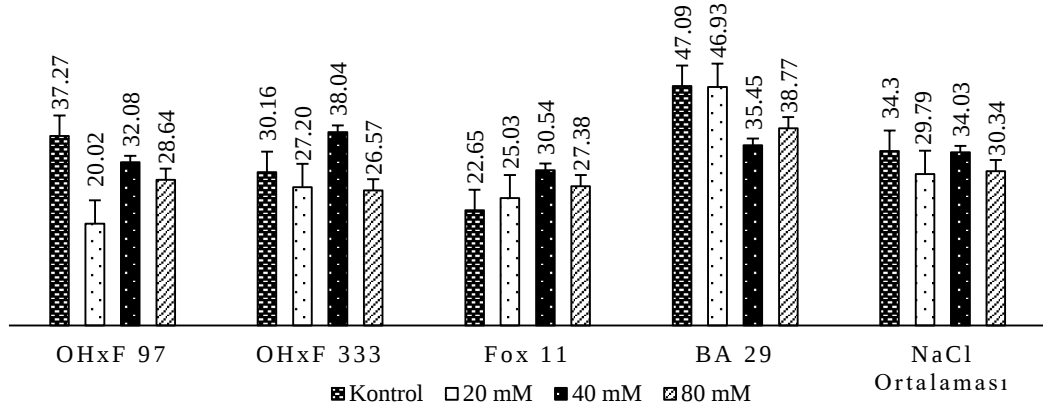
Uygulamalara göre anaçlar ele alındığında; kontrol uygulamaları ile 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında MSE değişim göstermemiştir. 20 mM NaCl uygulamalarında ise BA 29 (%46.93) anacı en yüksek MSE'ne sahip olarak diğer anaçlardan farklı bulunmuştur. 2018 yılında OHxF 97 anacında kontrol uygulamalarına göre tüm NaCl

uygulamaları MSE içeriğini önemli derecede arttırmıştır. Buna karşın Fox 11 anacında uygulamaların MSE'ye etkisinin olmadığı görülmüştür. OHxF 333 anacında en düşük MSE 20 mM (%83.86) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve bu uygulamanın diğer tüm uygulamalardan farklı olduğu bulunmuştur. BA 29 anacında ise kontrol (%82.98), 20 mM (%82.21) ve 40 mM (%82.75) NaCl uygulamalarında MSE içerikleri benzer düzeyde bulunurken, 80 mM (%86.48) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde MSE'nin önemli derecede arttığı belirlenmiştir. 2018 yılında uygulamalara göre anaçların MSE'leri incelendiğinde; kontrol uygulamasında OHxF 97 (%83.64) ve BA 29 (%82.98) anaçlarının MSE'leri daha düşük bulunmuştur. 20 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçlarda, OHxF 333 (%83.86) ve BA 29 (%82.21) anaçları, 40 mM NaCl uygulaması altında ise BA 29 (%82.75) anacının önemli derecede daha düşük stabiliteye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

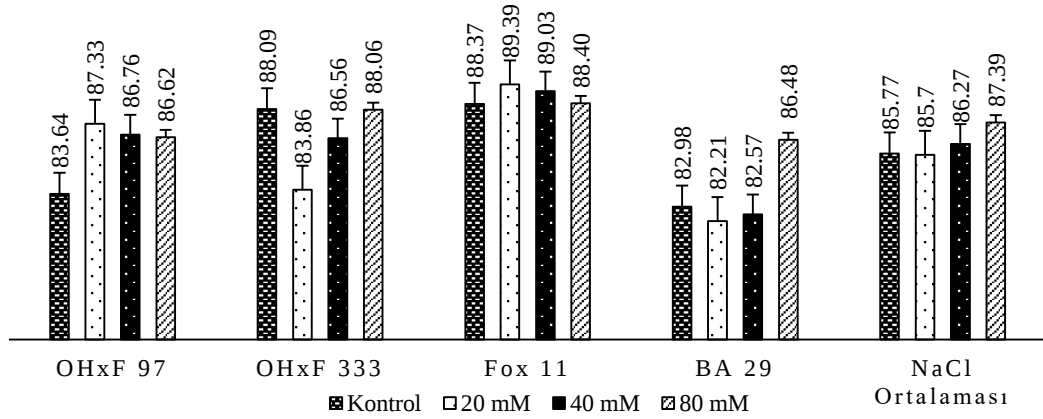
Uygulama ortalamaları dikkate alındığında; 2017 yılında MSE içeriği bakımından uygulamalar arasında önemli farklılık görülmezken, 2018 yılında ise önemli derecede fark ortaya çıkmıştır. Bu yılda özellikle 80 mM NaCl uygulamalarında MSE içeriği kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarına göre önemli artış göstermiştir (Çizelge 4.7).

Anaçların ortalamaları incelendiğinde MSE içeriği bakımından her iki yılda da anaçlar arasında önemli farklar saptanmıştır. 2017 yılında BA 29 anacı (%42.06) diğer anaçlardan önemli derecede daha yüksek düzeyde MSE içeriğine sahip olmuştur. Buna karşın 2018 yılı uygulamalarında BA 29 (%83.61) anacı en düşük MSE içeriği göstermiştir. 2018 yılında en yüksek MSE içeriğinin Fox 11 (%88.79) anacında olduğu görülmüştür. Her iki yılda da OHxF 97 (2017; %29.50 ve 2018; %86.09) ve OHxF 333 (2017; 30.50 ve 2018; %86.64) anaçları arasında önemli fark görülmemiştir (Çizelge 4.7).

Şekil 4.11. ve 4.12. yıllara göre sırasıyla NaCl stresi neticesinde anaçların MSE durumunu göstermektedir.



Şekil 4.11. 2017 yılı NaCl uygulamalarının % MSE üzerine etkisi



Şekil 4.12. 2018 yılı NaCl uygulamalarının % MSE üzerine etkisi

4.2.2. NaCl stresinin yaprak su potansiyeli üzerine etkisi

NaCl stresinin armut ve ayva anaçlarının YSP üzerine etkisini belirlemek amacı ile uygulamaların 15. gününde başlayarak 15 gün aralıklar ile deneme sonuna kadar YSP ölçümleri yapılmıştır. 2017 yılında, NaCl stresi sonucunda anaçlarda elde edilen YSP miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de ifade edilmiştir. 2017 yılında YSP bakımından 15., 30. ve 45. günde yapılan ölçümlerde anaç × uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur. Deneme sonunda yapılan ölçümlerde ise interaksyon önemsiz çıkmış ve sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde sunulmuştur. İlaveten 2017 yılında tüm dönemlerde YSP içeriğinin anaç faktöründen etkilendiği

belirlenmiştir. Aynı yılda YSP içeriği üzerine uygulama faktörlerinin sadece deneme sonu ölçümünde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında YSP (MPa) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	-3.31a*	-4.01e	-3.60bc	-3.60bc	-3.63 ^{Öd}
	20 mM	-3.70bc	-4.13e	-3.58bc	-3.58bc	-3.74
	40 mM	-3.76cd	-3.95de	-3.74bc	-3.24a	-3.67
	80 mM	-4.01e	-4.44f	-3.55b	-3.20a	-3.80
	Ortalama	-3.70 ^{B****}	-4.13 ^C	-3.62 ^B	-3.40 ^A	-
30. gün	Kontrol	-3.81c	-3.74c	-3.78c	-3.79c	-3.78 ^{Öd}
	20 mM	-3.74c	-3.90cd	-3.86cd	-3.14a	-3.66
	40 mM	-3.89cd	-3.89cd	-3.45b	-3.13a	-3.59
	80 mM	-3.93cd	-4.10d	-3.79c	-3.13a	-3.73
	Ortalama	-3.84 ^{BC}	-3.91 ^C	-3.72 ^B	-3.29 ^A	-
45. gün	Kontrol	-4.14fg	-4.15fg	-3.82def	-3.51bcd	-3.90 ^{Öd}
	20 mM	-4.03efg	-4.23g	-4.08efg	-3.27b	-3.90
	40 mM	-4.24g	-4.03efg	-4.03efg	-2.76a	-3.77
	80 mM	-3.83def	-4.28g	-3.72cde	-3.38bc	-3.80
	Ortalama	-4.06 ^{BC}	-4.17 ^C	-3.91 ^B	-3.24 ^A	-
Deneme sonu	Kontrol	-4.04A**1	-4.06A1***	-4.32A1	-3.44A1	-3.97 ^B
	20 mM	-4.48A3	-4.08A2	-3.73A1	-3.55A1	-3.96 ^B
	40 mM	-4.05A3	-3.72A2	-3.34A1	-3.55A12	-3.66 ^A
	80 mM	-3.78A1	-3.76A1	-3.81A1	-3.32A1	-3.67 ^A
	Ortalama	-4.09 ^C	-3.90 ^{BC}	-3.80 ^B	-3.46 ^A	-
		15. gün	30. gün	45. gün	Deneme sonu	
Anaç		*	*	*	*	
Uygulama		Öd	Öd	Öd	*	
Anaç × Uygulama		*	*	*	Öd	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). Öd: Önemli değil.

Çalışmada anaçların YSP içerikleri 2017 yılındaki uygulamaların 15. gününde -3.20 MPa (BA 29, 80 mM NaCl) ile -4.44 MPa (OHxF 333, 80 mM NaCl), 30. gününde -3.13 MPa (BA 29, 40 mM ve 80 mM NaCl) ile -4.1 MPa (OHxF 333, 80 mM NaCl), 45. gününde -2.76 MPa (BA 29, 40 mM NaCl) ile -4.28 MPa (OHxF 333, 80 mM NaCl) ve deneme sonunda yapılan ölçümlerde -3.32 MPa (BA 29, 80 mM NaCl) ile -4.48 MPa (OHxF 97, 20 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.8).

2017 yılında denemenin 15. gününde yapılan ölçümler sonucunda, OHxF 97 (-4.01 MPa) anacında NaCl uygulamalarının YSP üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir. En yüksek YSP içeriği kontrol uygulamasında saptanmış ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Ayrıca artan NaCl konsantrasyonu YSP içeriğini azaltmış, en düşük içerik 80 mM (-4.01 MPa) NaCl uygulamalarında elde edilmiştir. OHxF 333 anacında da YSP içeriği 80 mM (-4.44 MPa) NaCl uygulamalarında azalmış ve diğer uygulamalardan farklılık göstermiştir. Fox 11 anacında uygulamaların YSP üzerine etkisi olmamıştır. BA 29 anacında ise OHxF anaçlarının aksine YSP içeriği 40 mM (3.24 MPa) ve 80 mM (-3.20 MPa) NaCl uygulamalarında kontrol ile 20 mM NaCl uygulamalarına kıyasla artmıştır. 15. günde yapılan YSP ölçümlerinde, uygulamalara göre anaçlar incelendiğinde; kontrol, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları OHxF 333 anacının YSP içeriğini önemli ölçüde azaltmıştır. 40 mM NaCl uygulamalarında, en düşük YSP OHxF 333 (-3.95 MPa) ve OHxF 97 (-3.76 MPa) anaçlarında elde edilmiş, OHxF 333 anacı Fox 11 (-3.74 MPa) ve BA 29 (- 3.24 MPa) anaçlarından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Uygulamaların ortalamalarına göre YSP içeriği bakımından fark olmamasına rağmen nispeten kontrol uygulamalarına kıyasla NaCl uygulamaları sonucunda YSP miktarı etkilenmiş ve 80 mM NaCl uygulanan bitkilerde en az YSP içeriği elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Anaçların YSP'leri karşılaştırıldığında ise anaçlar arasında farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. BA 29 (-3.40 MPa) anacı en yüksek, OHxF 333 (-4.13 MPa) anacı en düşük YSP değerlerine sahip olarak diğer anaçlardan ve birbirlerinden farklılık göstermişlerdir (Çizelge 4.8).

2017 yılındaki denemede, uygulamaların 30. gününde yapılan ölçümler sonucunda OHxF 97 anacının YSP içeriği uygulamalara göre değişmemiştir. OHxF 333 anacında ise 80 mM (-4.10 MPa) NaCl uygulamaları neticesinde YSP' nin kontrol (-3.74 MPa) uygulamalarına göre önemli derecede azaldığı saptanmıştır. Fox 11 anacında uygulamalar arasında farklı sonuçlar elde edilmiş ve en düşük YSP 20 mM (-3.86 MPa) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. En yüksek YSP içeriği ise 40 mM (-4.03 MPa) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmış ve tüm uygulamalardan farklılık gösterdiği belirlenmiştir. BA 29 anacında en yüksek YSP içeriği kontrol (-3.79 MPa)

uygulamalarında saptanmış ve diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların YSP içerikleri değerlendirildiğinde; kontrol uygulamalarında anaçlar arasında fark çıkmazken, 20 mM NaCl uygulamalarında armut anaçları, 40 mM NaCl uygulamalarında OHxF anaçları, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 333 (- 4.10 MPa) anacı en düşük YSP içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4.8).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde; YSP içeriğinin NaCl uygulamalarından etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Anaçların ortalamalarında ise BA 29 (-3.29 MPa) anacı en fazla, OHxF 333 (-3.91 MPa) anacı ise en düşük YSP içeriğine sahip olmuşlardır. BA 29 anacının tüm anaçlardan, OHxF 333 anacının ise Fox 11 ve BA 29 anaçlarından önemli derecede farklı oldukları ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.8).

2017 yılında, 45. günde yapılan YSP ölçümleri ele alındığında; OHxF 97 anacında kontrol ile NaCl uygulamaları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. OHxF 333 anacının 80 mM (-4.28 MPa) NaCl uygulamalarında YSP içeriği diğer uygulamalara göre azalmış olsa da uygulamalar arasında fark ortaya çıkmamıştır. BA 29 anacı incelendiğinde ise en yüksek YSP içeriği 40 mM (-2.76 MPa) NaCl uygulanan bitkilerde görülmüş ve tüm uygulamalardan farklı olduğu belirlenmiştir. Fox 11 anacında ise uygulamalar arasında YSP bakımından fark olmamıştır. Uygulamalara göre anaçların YSP ele alındığında; BA 29 anacının kontrol (-3.51 MPa) ve 80 mM (-3.20 MPa) NaCl uygulamalarında OHxF anaçlarından, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında ise armut anaçlarından daha fazla YSP içeriğine sahip olduğu çıkmıştır (Çizelge 4.8).

Uygulamaların ortalamalarına bakıldığında bu dönemde YSP içeriğinin uygulamalara göre değişmediği, ancak 40 mM (-3.77 MPa) ve 80 mM (-3.80 MPa) NaCl uygulamalarında nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8).

45. günde yapılan YSP ölçümlerinde, anaçların ortalamaları diğer dönemlere benzer şekilde BA 29 (-3.24 MPa) anacında en yüksek bulunmuştur. Bu anacı Fox 11 (-3.91 MPa) anacı izlemiştir. En düşük YSP içeriği ise OHxF 333 (-4.17 MPa) anacında

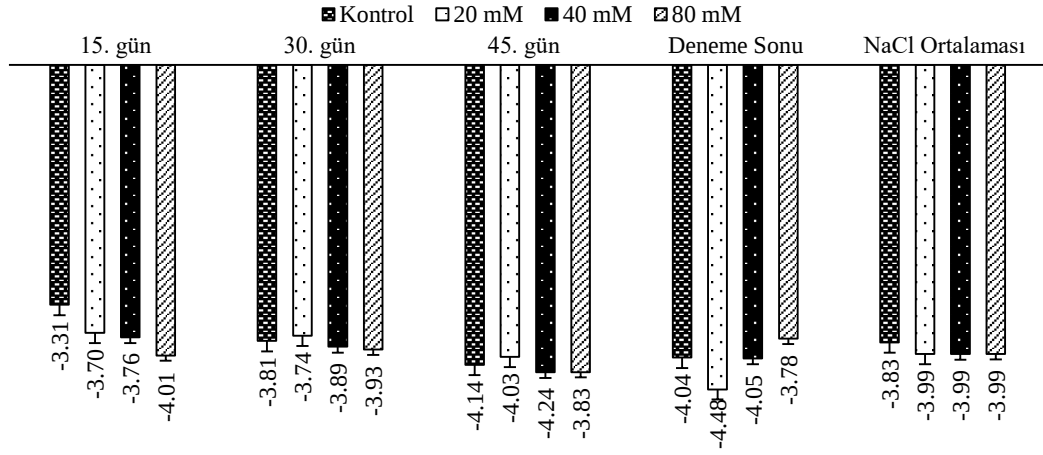
görülmüştür. En yüksek YSP içeriğine sahip olan BA 29 anacının tüm anaçlardan, en düşük YSP içeriğine sahip olan OHxF 333 anacının ise Fox 11 ve BA 29 anaçlarından farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

2017 yılının deneme sonunda yapılan YSP ölçüm değerleri incelendiğinde, tüm anaçlarda YSP içeriğinin NaCl uygulamalarından etkilenmediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca özellikle 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin YSP içerikleri, kontrol bitkilerine göre nispeten artış göstermiştir. Uygulamalara göre anaçların YSP içerikleri değişkenlik göstermiştir. Kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark belirlenmezken, 20 mM (-4.48 MPa) ve 40 mM (-4.05 MPa) NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında YSP içeriğini olumsuz şekilde etkilediği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.8).

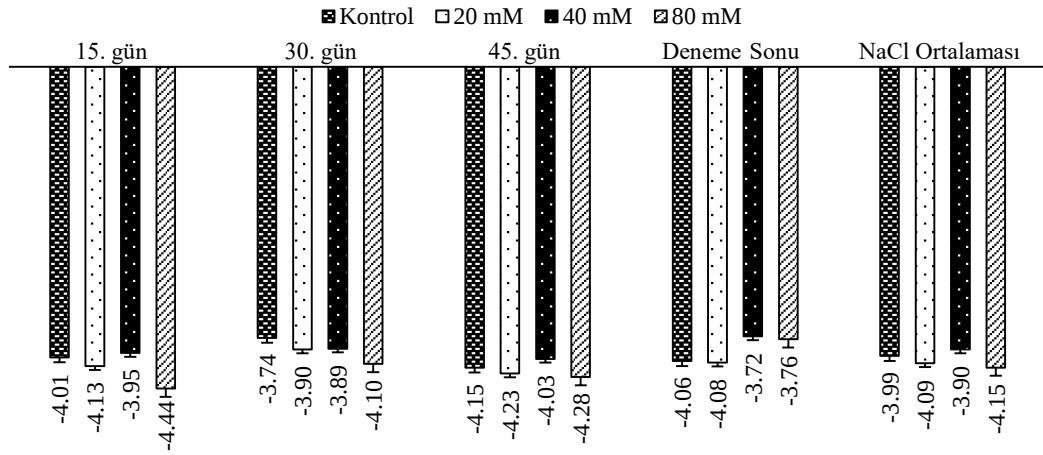
Uygulamaların ortalamalarına göre artan NaCl konsantrasyonu YSP içeriğini yükseltmiş, 40 mM (-3.66 MPa) ve 80 mM (-3.67 MPa) NaCl uygulanan bitkilerde YSP içeriği daha yüksek bulunmuştur. Kontrol (-3.97 MPa) ve 20 mM (-3.96 MPa) NaCl uygulamaları arasında fark ortaya çıkmamış ancak bu iki uygulamanın diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

YSP açısından anaçların ortalamaları ele alındığında; en fazla ve en az içeriğe sırasıyla BA 29 (-3.46 MPa) ve OHxF 97 (-4.09 MPa) anaçlarının sahip oldukları, BA 29 anacının tüm anaçlardan, OHxF 97 anacının ise Fox 11 ve BA 29 anacından farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

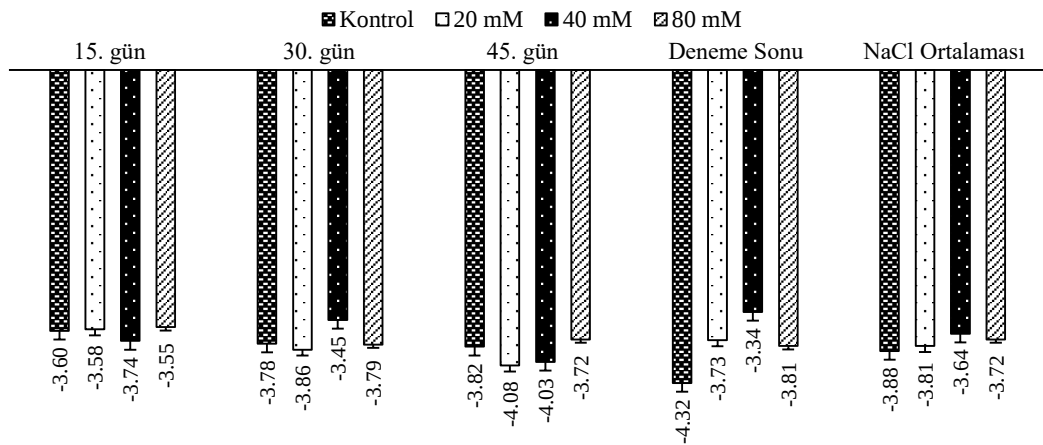
Şekil 4.13., 4.14., 4.15. ve 4.16. sırasıyla OHxF 97, OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında, 2017 yılında yapılan NaCl uygulamalarının dönemsel olarak YSP içeriğinde ortaya çıkardığı değişimleri göstermektedir.



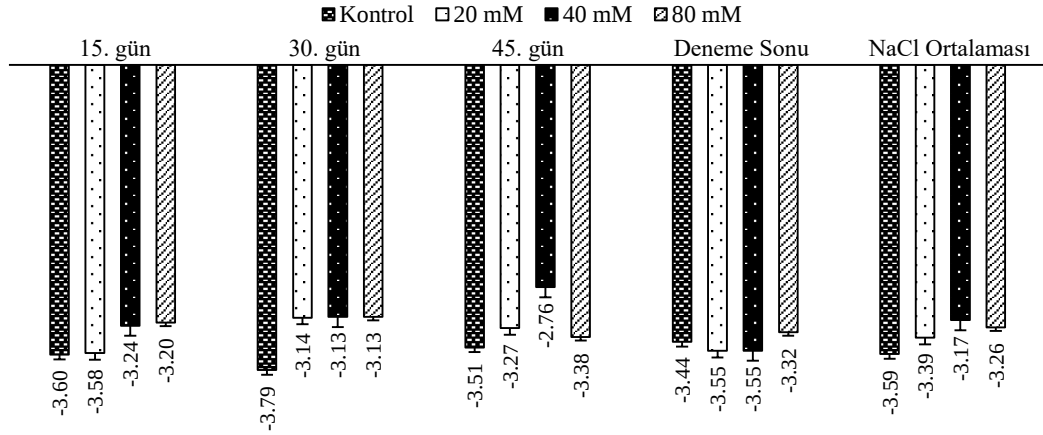
Şekil 4.13. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında YSP (MPa) içeriğine etkisi



Şekil 4.14. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında YSP (MPa) içeriğine etkisi



Şekil 4.15. 2017 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında YSP (MPa) içeriğine etkisi



Şekil 4.16. 2017 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında YSP (MPa) içeriğine etkisi

2018 yılında gerçekleştirilen denemede, 30. günde yapılan YSP ölçümleri dışında diğer tüm dönemlerde anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemli çıkmıştır (Çizelge 4.9). Ayrıca yine bu yılda YSP üzerine anaç faktörünün tüm dönemlerde, uygulama faktörünün ise 15., 45. ve deneme sonu dönemlerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.9. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında YSP (MPa) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	-3.30a*	-3.54a-d	-3.48abc	-3.39ab	-3.43 ^{A****}
	20 mM	-3.92def	-3.58a-d	-3.66a-e	-3.32a	-3.62 ^{AB}
	40 mM	-3.83c-f	-3.98ef	-3.50abc	-3.28a	-3.65 ^B
	80 mM	-4.21f	-4.11f	-3.71b-e	-3.43ab	-3.86 ^C
	Ortalama	-3.81 ^C	-3.80 ^C	-3.59 ^B	-3.36 ^A	-
30. gün	Kontrol	-3.50A**1	-3.65A1***	-3.42A1	-2.99A1	-3.39 ^{Öd}
	20 mM	-3.83AB2	-3.35A1	-3.38A1	-3.06A1	-3.40
	40 mM	-3.63A23	-3.68A3	-3.43A2	-3.01A1	-3.44
	80 mM	-4.05B2	-3.82A2	-3.72A2	-2.96A1	-3.70
	Ortalama	-3.75 ^C	-3.63 ^{BC}	-3.48 ^B	-3.07 ^A	-
45. gün	Kontrol	-3.10bcd	-2.80a	-3.48f-ı	-3.14cde	-3.13 ^A
	20 mM	-3.76ij	-3.41e-h	-3.53f-ı	-3.24def	-3.48 ^{BC}
	40 mM	-3.54ghı	-3.69hij	-3.26def	-3.30d-g	-3.45 ^B
	80 mM	-3.91j	-2.84ab	-3.88j	-3.86j	-3.62 ^C
	Ortalama	-3.58 ^C	-3.19 ^A	-3.54 ^C	-3.38 ^B	-
Deneme sonu	Kontrol	-3.77bc	-3.21a	-3.18a	-3.31ab	-3.37 ^A
	20 mM	-4.16cd	-3.36ab	-3.28ab	-3.60ab	-3.60 ^A
	40 mM	-3.56ab	-3.15a	-3.48ab	-3.63ab	-3.45 ^A
	80 mM	-4.24cd	-4.61d	-4.13cd	-3.37ab	-4.09 ^B
	Ortalama	-3.93 ^B	-3.58 ^A	-3.51 ^A	-3.48 ^A	-
		15. gün	30. gün	45. gün	Deneme sonu	
Anaç		*	*	*	*	
Uygulama		*	*	*	*	
Anaç × Uygulama		*	Öd	*	*	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Denemede anaçların YSP içerikleri 2018 yılındaki uygulamaların 15. gününde -3.28 MPa (BA 29, 20 mM NaCl) ile -4.21 MPa (OHxF 97, 80 mM NaCl), 30. gününde -2.96 MPa (BA 29, 80 mM NaCl) ile -4.05 MPa (OHxF 97, 80 mM NaCl), 45. gününde -2.80 MPa (OHxF 333, kontrol) ile -3.91 MPa (OHxF 97, 80 mM NaCl) ve deneme sonunda ise -3.15 MPa (Fox 11, 40 mM NaCl) ile -4.61 MPa (Fox 11, 80 mM NaCl) arasında değişmiştir (Çizelge 4.9).

2018 yılında NaCl uygulamalarının başlamasından 15 gün sonra yapılan YSP ölçümleri incelendiğinde, OHxF 97 anacında kontrol (-3.30 MPa) uygulamaları daha fazla içeriğe sahip olarak NaCl uygulamalarından farklılık göstermiştir. Bu anaçta YSP içeriği artan NaCl konsantrasyonundan etkilenmese de 80 mM (-4.21 MPa) NaCl

uygulamasında en düşük içerik saptanmıştır. OHxF 333 anacında ise kontrol (-3.54 MPa) ve 20 mM (-3.58 MPa) NaCl uygulamalarında YSP içeriği benzer olurken, 40 mM (-3.98 MPa) ve 80 mM (-4.11 MPa) NaCl uygulanan bitkilerde YSP içeriği önemli şekilde azalmıştır. İlâveten bu anaçta en düşük YSP içeriği 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde saptanmıştır. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında YSP içeriği uygulamalardan etkilenmese de özellikle 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde azalış göstermiştir. Uygulamalara göre anaçların YSP içeriklerine bakıldığında; kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında fark oluşmamıştır. 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında ise en düşük YSP içeriği OHxF anaçlarında belirlenmiş, 20 mM NaCl uygulamalarında OHxF 333 (-3.98 MPa) anacı ile Fox 11 (-3.50 MPa) ve BA 29 (-3.28 MPa) anaçları arasında, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF anaçları ile diğer anaçlar arasında önemli derecede fark elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

NaCl uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında YSP içeriğinin 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalanlarda, kontrol bitkilerine göre önemli şekilde azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca 80 mM NaCl uygulanan bitkilerin YSP içerikleri, tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Anaçların ortalamalarında ise en yüksek ve en düşük YSP' nin sırasıyla BA 29 (-3.36 MPa) ve OHxF (OHxF 333, -3.80; OHxF 97, -3.81 MPa) anaçlarında ortaya çıktığı saptanarak bu anaçların birbirlerinden ve Fox 11 anacından farklılık gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.9).

Uygulamaların başlamasından sonra 30. günde yapılan YSP ölçümleri incelendiğinde, OHxF 97 anacının kontrol (-3.50 MPa) bitkilerinde YSP içeriği 80 mM (-4.05 MPa) NaCl uygulamalarına göre daha düşük bulunmuştur. İlâve olarak 40 mM (-3.63 MPa) ve 80 mM NaCl uygulamaları arasında istatistiksel fark olduğu görülmüştür. Diğer anaçlarda YSP içeriği uygulamalardan etkilenmezken, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında kontrol bitkilerine kıyasla 80 mM NaCl uygulanan bitkilerde nispeten daha düşük değerler elde edilmiştir. Uygulamalara göre anaçların YSP içerikleri incelendiğinde; kontrol uygulamalarında anaçlar arasında fark olmamıştır. 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında ise en yüksek YSP içeriği BA 29 anacında görülmüş, tüm anaçlar ile arasında istatistik anlamda fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Bu dönemde uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, YSP içeriğinin uygulamalardan etkilenmediği ancak artan NaCl konsantrasyonu ile nispi bir azalış gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9).

Anaçların ortalamalarına bakıldığında ise en çok ve en az YSP içeriğine sırasıyla BA 29 (-3.07 MPa) ve OHxF 97 (-3.75 MPa) anaçlarının sahip olduğu, BA 29 anacının tüm anaçlardan, OHxF 97 anacının da BA 29 ve Fox 11 anaçlarından istatistiksel olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Uygulamaların 45. gününde yapılan YSP ölçümlerinde, OHxF 97 anacının kontrol uygulaması ile tüm NaCl uygulamaları arasında önemli fark saptanmıştır. En yüksek YSP içeriğine sahip olan kontrol (-3.10 MPa) grubu diğer uygulamalardan bulunmuştur. Bu anaçta NaCl konsantrasyonuna göre değişken sonuçlar ortaya çıksa da en düşük YSP içeriği 80 mM (-3.91 MPa) NaCl koşullarında görülmüştür. OHxF 333 anacında uygulamalar arasında önemli farklılık çıkmış ve en yüksek YSP içeriği kontrol (-2.80 MPa) uygulamasında belirlenmiştir. 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında ise YSP içeriği önemli derecede azalmıştır. Buna karşın 80 mM (-2.84 MPa) NaCl uygulamasında YSP içeriğinin arttığı ve kontrol (-2.80 MPa) bitkileri ile benzer düzeyde olduğu görülmüştür. Fox 11 anacında uygulamalar arasında değişken sonuçlar elde edilse de 80 mM (-3.88 MPa) NaCl uygulamaları sonucu YSP içeriği önemli şekilde azalmış ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. En yüksek YSP içeriği ise 40 mM (-3.26 MPa) NaCl uygulamasında belirlenmiştir. BA 29 anacında YSP içeriği 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında değişmemiş, 80 mM (-3.86 MPa) NaCl uygulamaları sonucunda ise azalış göstermiş ve diğer uygulamalardan farklı çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların YSP içerikleri, kontrol (-2.80 MPa) ve 80 mM (-2.84 MPa) NaCl uygulamalarında en yüksek OHxF 333 anacında belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise YSP içeriğinin uygulamalara göre değişkenlikler içerdiği anlaşılmıştır (Çizelge 4.9).

Uygulamaların ortalamaları değerlendirildiğinde kontrol (-3.13 MPa) bitkilerine kıyasla, NaCl uygulamaları sonucunda YSP içeriğinin önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır. 20 mM (-3.48 MPa) ve 40 (-3.45 MPa) mM NaCl uygulamaları arasında önemli fark görülmezken, 80 mM (-3.62 MPa) NaCl uygulamasında en düşük YSP belirlenmiş ve kontrol ile 40 mM NaCl uygulamalarından farklılık göstermiştir.

Ayrıca en yüksek YSP içeriği kontrol grubunda saptanmış ve NaCl uygulamalarından farklı olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9).

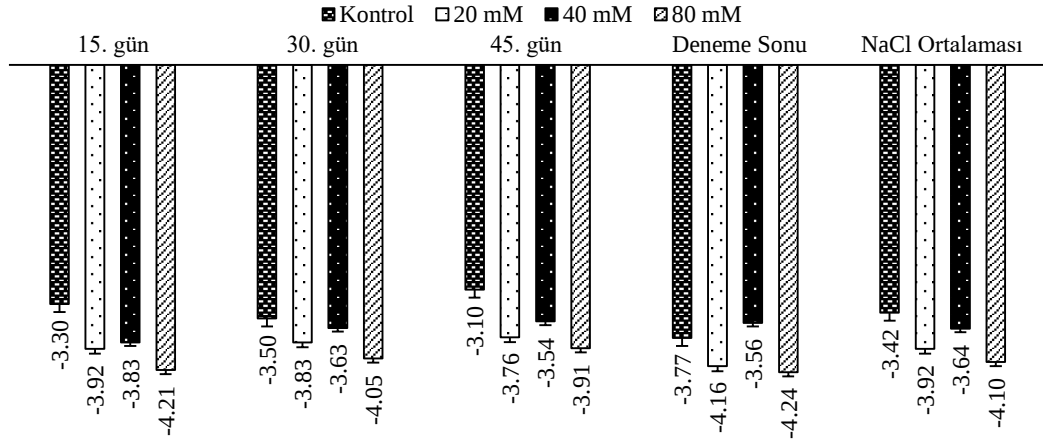
Anaçların ortalamalarına bakıldığında, en yüksek ve en düşük YSP içerikleri sırasıyla OHxF 333 (-3.19 MPa) ve OHxF 97 (-3.58 MPa) anacında belirlenmiştir. Bahsedilen anaçlar diğer anaçlardan ve birbirlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 4.9).

Deneme sonunda elde edilen YSP içeriklerine göre OHxF 333 (-4.61 MPa) ve Fox 11 (-4.13 MPa) anaçlarının 80 mM NaCl uygulamalarında YSP içeriğinin azaldığı saptanmıştır. OHxF 97 anacında ise uygulamalara göre değişken sonuçlar elde edilmiş en yüksek YSP içeriği belirlenen 40 mM (-3.56 MPa) NaCl uygulamaları diğer NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. BA 29 anacında deneme sonunda yapılan ölçümlerde ise uygulamaların YSP içeriğine etki etmediği görülse de nispeten daha düşük değerler NaCl uygulamaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların YSP içerikleri ele alındığında; en düşük YSP içeriği kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında OHxF 97 anacında, en yüksek YSP içeriği ise 80 mM NaCl uygulamalarında BA 29 anacında belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

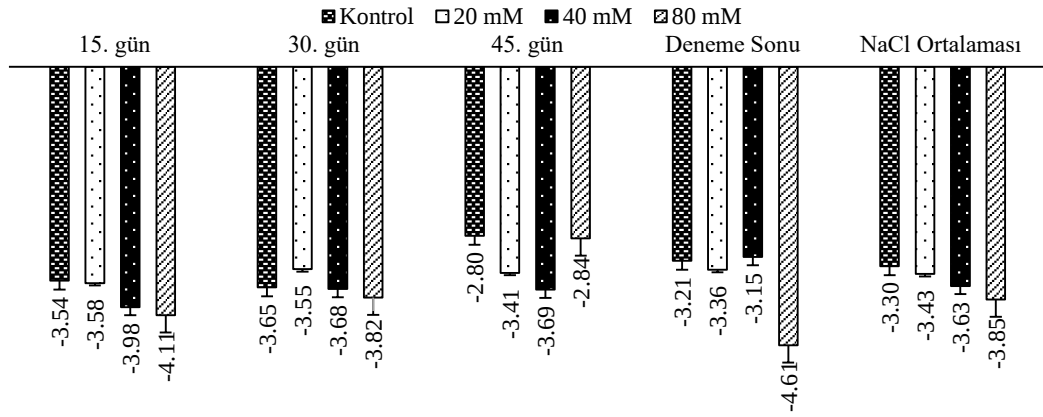
Uygulamaların ortalamalarına bakıldığında; YSP içeriğinin 80 mM (-4.09 MPa) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde önemli derecede azaldığı ve tüm uygulamalardan farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında ise her ne kadar YSP içeriği kontrol bitkilerine göre azalmışsa da uygulamalar arasında fark olmamıştır (Çizelge 4.9).

Anaçların ortalamalarına göre en düşük YSP miktarı OHxF 97 (-3.93 MPa) anacında belirlenmiş ve diğer anaçlardan farklı olduğu bulunmuştur. Sırasıyla en yüksek YSP içeriğine sahip olan BA 29 (-3.48 MPa), Fox 11 (-3.51 MPa) ve OHxF 333 (-3.58 MPa) anaçları arasında ise fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.9).

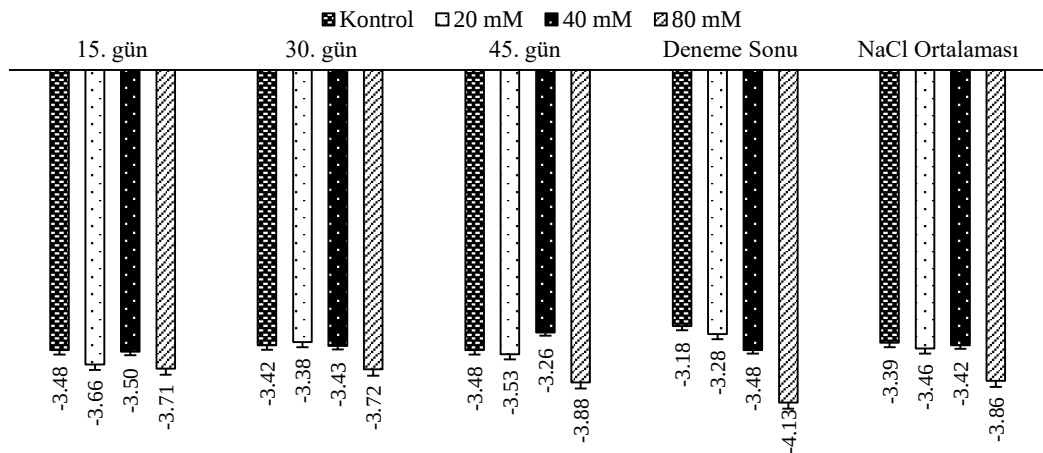
2018 yılında yapılan NaCl uygulamalarının anaçlarda dönemsel olarak YSP üzerine etkisi sırasıyla Şekil 4.17. (OHxF 97), Şekil 4.18. (OHxF 333), Şekil 4.19. (Fox 11) ve Şekil 4.20.'de (BA 29) sunulmuştur.



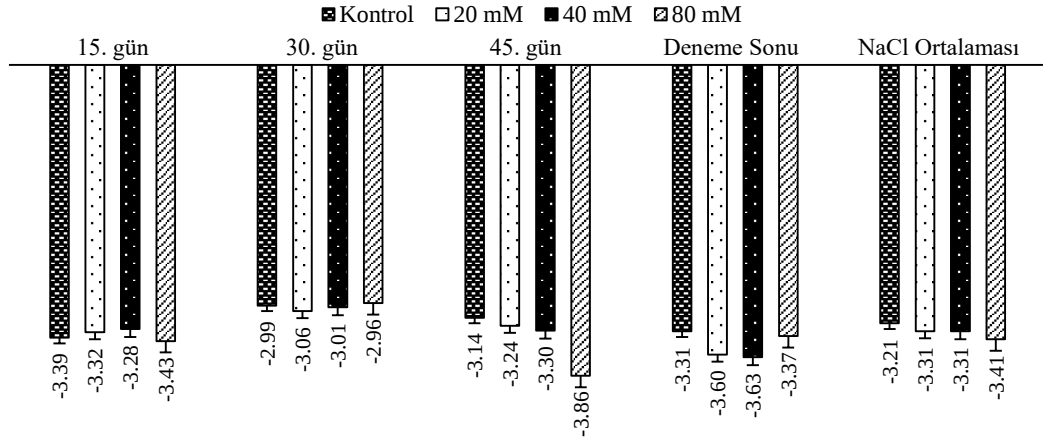
Şekil 4.17. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi



Şekil 4.18. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi



Şekil 4.19. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi



Şekil 4.20. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında YSP (MPa) üzerine etkisi

4.2.3. NaCl stresinin stoma iletkenliği üzerine etkisi

NaCl stresinin armut ve ayva anaçlarının stoma iletkenliği üzerine etkisini belirlemek amacı ile uygulamaların 15. gününde başlayarak deneme sonuna kadar 15 gün aralıklar ile stoma iletkenliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ancak 2017 yılında porometre cihazında sorun olması nedeniyle 30. günde ölçüm yapılmamıştır. 2017 yılında yapılan çalışmada, NaCl uygulamaları neticesinde anaçlardan elde edilen stoma iletkenliği değerleri ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Stoma iletkenliği bakımından ölçümlerin yapıldığı tüm dönemlerde anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemli çıkmıştır. İlaveten stoma iletkenliğinin her dönemde anaç ve uygulama faktöründen etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	125.89def*	82.50def	263.50a	160.56bcd	158.11 ^{A**}
	20 mM	56.50f	85.78def	140.89cde	233.33ab	129.13 ^A
	40 mM	81.61def	108.67def	106.44def	214.11abc	127.71 ^{AB}
	80 mM	77.04ef	68.50ef	62.44ef	139.44cde	86.86 ^B
	Ortalama	92.58 ^C	79.04 ^C	143.32 ^B	186.86 ^A	-
45. gün	Kontrol	200.46a	79.78bcd	179.00a	162.22a	155.36 ^A
	20 mM	97.28b	85.63bc	61.79b-f	72.83b-e	79.38 ^B
	40 mM	52.50b-f	57.39b-f	23.93f	41.47c-f	43.82 ^C
	80 mM	37.58def	14.96f	20.60f	29.74ef	25.72 ^C
	Ortalama	96.95 ^A	59.44 ^B	71.33 ^B	76.57 ^{AB}	-
Deneme sonu	Kontrol	151.00c	205.00b	200.10b	253.50a	202.40 ^A
	20 mM	73.77de	72.28de	104.40d	68.79def	79.81 ^B
	40 mM	27.26g	41.69efg	25.54g	70.17def	41.17 ^C
	80 mM	33.63fg	17.39g	27.29g	22.24g	25.14 ^C
	Ortalama	71.41 ^B	84.10 ^B	89.33 ^{AB}	103.68 ^A	-
		15. gün	45. gün	Deneme sonu		
Anaç		*	*	*		
Uygulama		*	*	*		
Anaç × Uygulama		*	*	*		

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$).

Çalışmada anaçların stoma iletkenliği 2017 yılı 15. gün ölçümlerinde 263.50 mmol/m²s (Fox 11, kontrol) ile 56.50 mmol/m²s (OHxF 97, 20 mM NaCl), 45. gün ölçümlerinde 200.46 mmol/m²s (OHxF 97, kontrol) ile 14.96 mmol/m²s (OHxF 333, 80 mM NaCl) ve deneme sonunda ise 253.50 mmol/m²s (BA 29, kontrol) ile 17.39 mmol/m²s (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında belirlenmiştir. 2017 yılında, uygulamaların başlamasından 15 gün sonra yapılan ölçümlerde, OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarında NaCl uygulamaları stoma iletkenliğini azaltmasına rağmen uygulamalar arasında fark görülmemiştir. Fox 11 anacında ise NaCl uygulamalarının stoma iletkenliğini, kontrol (263.50 mmol/m²s) bitkilerine göre önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. İlaveten en yüksek stoma iletkenliğine sahip olan kontrol uygulaması tüm NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. BA 29 anacında ise 80 mM (139.44 mmol/m²s) NaCl uygulamasına maruz kalan bitkilerde stoma iletkenliği 20 mM (233.33 mmol/m²s) NaCl uygulamalarına göre önemli şekilde azalmıştır. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenliği ele alındığında; kontrol uygulamalarında Fox 11 anacının, 20 mM (233.33 mmol/m²s) ve 40 mM (214.11

mmol/m²s) NaCl uygulamalarında ise BA 29 anacının daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olduğu görülmüştür. 80 mM NaCl uygulamalarında stoma iletkenliğinin anaçlardan etkilenmediği saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Uygulamaların genel ortalamasına göre kontrol (158.11 mmol/m²s) uygulamasında en yüksek, 80 mM (86.86 mmol/m²s) NaCl uygulamasında en düşük stoma iletkenliği belirlenmiştir. Ayrıca 80 mM NaCl uygulaması, kontrol ve 20 mM (129.13 mmol/m²s) NaCl uygulamalarında farklı bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Anaçların genel ortalamaları incelendiğinde; en yüksek stoma iletkenliği BA 29 (186.86 mmol/m²s) anacında belirlenmiştir. Stoma iletkenliği bakımından en düşük değerler ise sırasıyla OHxF 333 (79.04 mmol/m²s) ve OHxF 97 (92.58 mmol/m²s) anaçlarında saptanmış ve Fox 11 (143.32 mmol/m²s) ile BA 29 anaçlarından farklılık göstermişlerdir (Çizelge 4.10).

2017 yılında 45. günde yapılan ölçümlerde, OHxF 333 anacı dışında tüm anaçlarda artan NaCl konsantrasyonu ile stoma iletkenliğinde azalma olduğu görülmüştür. OHxF 333 anacının 20 mM (85.63 mmol/m²s) NaCl uygulamaları sonucunda stoma iletkenliği kontrole (79.78 mmol/m²s) göre nispeten artmış, diğer NaCl uygulamalarında ise azalış göstermiştir. OHxF 333 anacında en düşük stoma iletkenliğine sahip olan 80 mM (68.50 mmol/m²s) NaCl uygulamaları kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. OHxF 97 anacında en yüksek stoma iletkenliği kontrol (200.46 mmol/m²s) bitkilerinde görülmüş ve tüm stres uygulamaları ile arasında fark çıkmıştır. Ayrıca 80 mM (37.58 mmol/m²s) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde stoma iletkenliği en düşük değeri almış ve kontrol ile 20 mM (97.28 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından istatistik olarak ayrılmıştır. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında stres şiddetinin stoma iletkenliği üzerine etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak her iki anaçta da en yüksek stoma iletkenliği kontrol (Fox 11, 179.00 mmol/m²s; BA 29, 162.22 mmol/m²s) uygulamalarında çıkmış ve bu grubun NaCl uygulamalarından farklı olduğu saptanmıştır. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenliği değerlendirildiğinde; kontrol uygulamalarında en düşük stoma iletkenliği OHxF 333 anacında belirlenmiş ve diğer anaçlar ile arasında önemli derecede fark olduğu ortaya çıkmıştır. NaCl uygulamalarında ise anaçlar arasında stoma iletkenliği bakımından fark elde edilmemiştir (Çizelge 4.10).

Uygulamaların genel ortalamaları incelendiğinde, en yüksek stoma iletkenliği değeri kontrol (155.36 mmol/m²s) bitkilerinde elde edilmiş ve NaCl uygulamaları ile arasında fark olduğu ortaya çıkmıştır. 20 mM (79.38 mmol/m²s) NaCl uygulaması, 40 mM (43.82 mmol/m²s) ve 80 mM (25.72 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından farklı bulunurken, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları arasında istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Ancak yine de en düşük stoma iletkenliği değeri 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Anaçların genel ortalamalarına göre ise OHxF 97 (96.95 mmol/m²s) anacı stoma iletkenliğinde en yüksek değere sahip olmuş ve OHxF 333 (59.44 mmol/m²s) ile Fox 11 (71.33 mmol/m²s) anaçlarından farklı bulunmuştur. İlaveten en düşük stoma iletkenliği değerleri sırasıyla OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında meydana gelmiş ancak bu anaçların birbirleriyle ve BA 29 (76.57 mmol/m²s) anacı ile arasında fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.10).

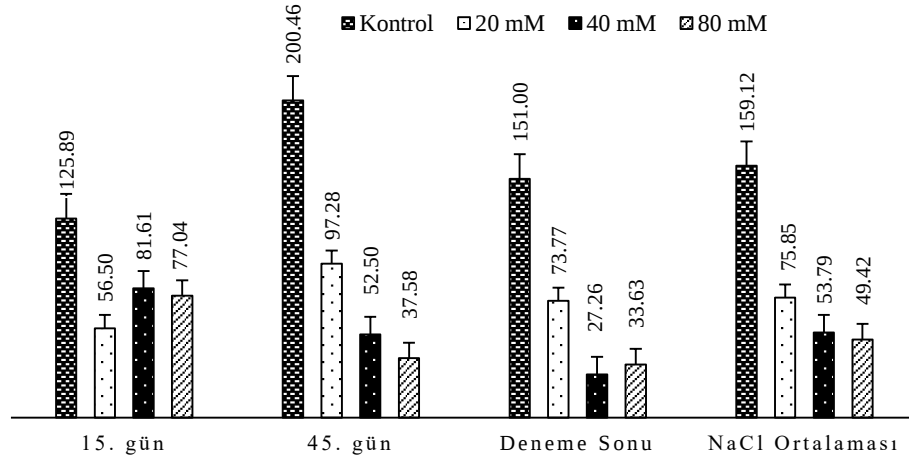
2017 yılında, deneme sonunda anaçların stoma iletkenlikleri değerlendirildiğinde, NaCl uygulamalarının stoma iletkenliği, kontrol bitkilerine göre tüm anaçlarda önemli derecede azalmıştır. OHxF 97 ve Fox 11 anaçlarında en düşük stoma iletkenliği sırasıyla 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında belirlenmiş ve bu uygulamalar diğerlerinden farklı bulunmuştur. OHxF 333 anacında 80 mM (17.39 mmol/m²s) NaCl uygulamalarının stoma iletkenliğini önemli derecede azalttığı ancak 40 mM (41.69 mmol/m²s) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkiler ile arasında istatistiksel farklılık oluşmadığı görülmüştür. BA 29 anacında ise 80 mM (22.24 mmol/m²s) NaCl uygulamalarının en düşük stoma iletkenliğine sahip olduğu belirlenmiş ve bu grup diğer tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenliği, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında değişmemiştir. Kontrol ve 40 mM NaCl uygulamalarında en yüksek stoma iletkenliğine BA 29 anacı sahip olmuş, kontrol uygulamasında tüm anaçlardan, 40 mM NaCl uygulamasında ise OHxF 97 ve Fox 11 anaçlarından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, NaCl konsantrasyonu arttıkça stoma iletkenliğinin azaldığı görülmüştür. Kontrol (202.40 mmol/m²s) uygulamalarının tüm NaCl uygulamalarından, 40 mM (41.17 mmol/m²s) ve 80 mM (25.14 mmol/m²s)

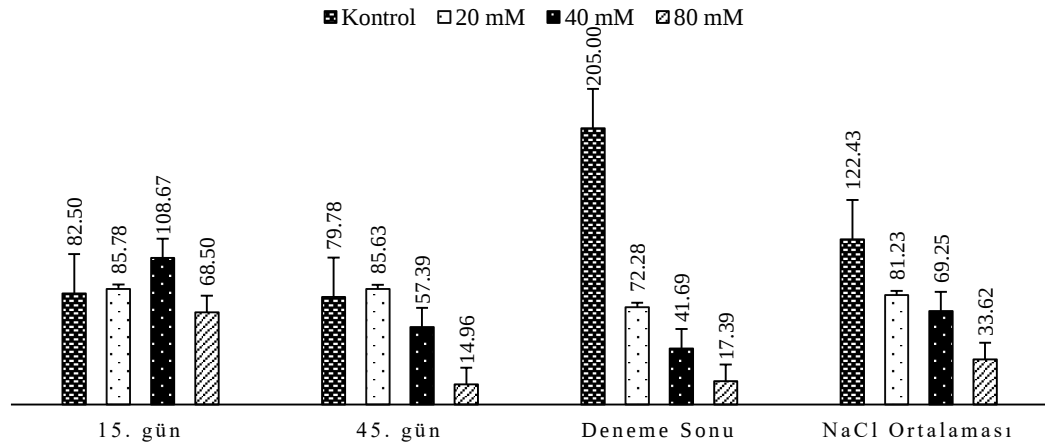
uygulamalarının ise kontrol ve 20 mM (79.81 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Anacların ortalama değerlerine göre ise OHxF 97 (71.41 mmol/m²s) ve OHxF 333 (84.10 mmol/m²s) anacları daha az stoma iletkenliğine sahip olarak BA 29 (103.68 mmol/m²s) anacından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10).

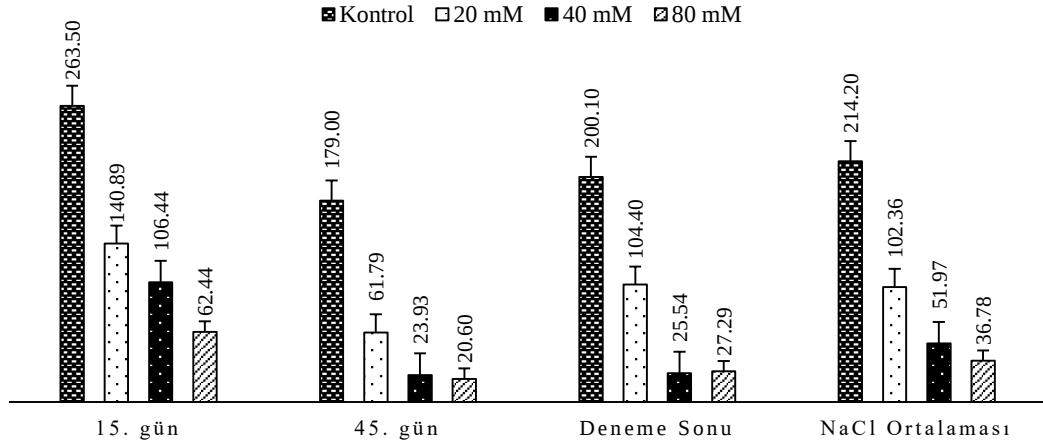
şekil 4.21. (OHxF 97), şekil 4.22. (OHxF 333), şekil 4.23. (Fox 11) ve şekil 4.24. (BA 29); 2017 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamalarının stoma iletkenliği bakımından dönemsel olarak anacları meydana getirdiği değişiklikleri yansıtmaktadır.



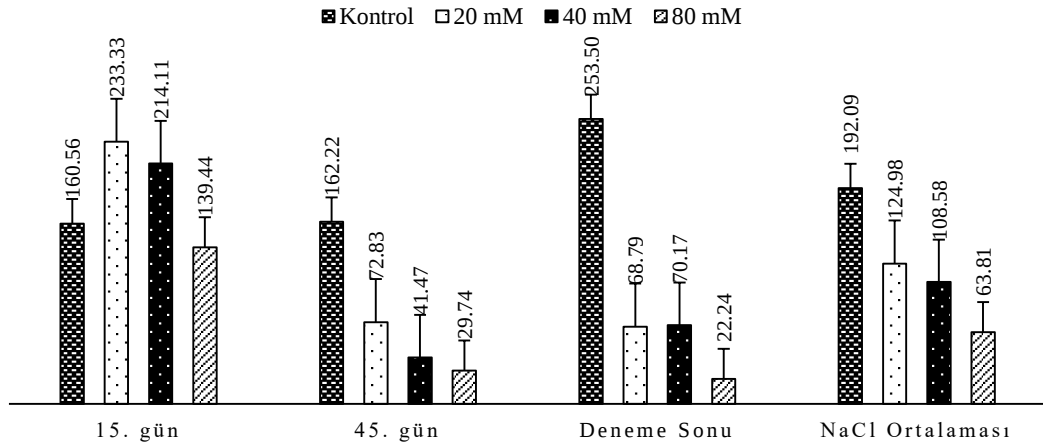
şekil 4.21. 2017 NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) zerine etkisi



şekil 4.22. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) zerine etkisi



Şekil 4.23. 2017 NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi



Şekil 4.24. 2017 NaCl uygulamalarının BA 29 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi

NaCl stresi uygulanan anaçların 2018 yılındaki stoma iletkenliği verileri ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Denemenin 30. ve 45. günlerinde gerçekleştirilen stoma iletkenliği ölçümlerinde anaç × uygulama interaksyonu önemli bulunurken, diğer dönemlerde sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde ifade edilmiştir. İlaveten stoma iletkenliğinin tüm dönemlerde anaç faktöründen, 15. gün dışında diğer dönemlerde ise uygulama faktöründen etkilendiği saptanmıştır.

Çizelge 4.11. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	235.67 ^{Öd}	220.17	257,72	172.50	221.51 ^{Öd}
	20 mM	189.67	193.06	261,67	194.17	209.64
	40 mM	193.00	245.33	201,67	185.17	206.29
	80 mM	173.11	225.50	177,83	157.33	183.44
	Ortalama	197.86 ^{AB****}	221.01 ^A	224.72 ^A	177.29 ^B	-
30. gün	Kontrol	285.33ab*	322.50a	136.83efg	256.26bc	250.23 ^A
	20 mM	168.06de	43.53h	96.75fgh	90.00gh	99.58 ^C
	40 mM	95.53fgh	213.17cd	91.27gh	204.00cd	151.00 ^B
	80 mM	155.00def	100.0fgh	73.33h	44.25h	93.15 ^C
	Ortalama	175.98 ^A	168.80 ^A	99.55 ^B	148.63 ^A	-
45. gün	Kontrol	251.50ab	298.67a	163.44cde	119.11d-g	208.18 ^A
	20 mM	231.83abc	184.53bcd	116.83d-g	84.67f-ı	154.47 ^B
	40 mM	104.15e-h	147.42def	117.06d-g	63.07ghı	107.92 ^C
	80 mM	55.22ghı	46.29hı	29.41ı	24.59ı	38.88 ^D
	Ortalama	160.68 ^A	169.23 ^A	106.69 ^B	72.86 ^B	-
Deneme sonu	Kontrol	281.14A**1	270.31A1***	169.88A2	183.33A2	226.17 ^A
	20 mM	164.43B1	160.19B1	144.50AB1	116.29B1	146.35 ^B
	40 mM	91.69BC1	104.81B1	107.75B1	80.83C1	96.27 ^C
	80 mM	72.63C1	88.81B1	26.64C2	36.64D2	56.18 ^D
	Ortalama	152.47 ^A	156.03 ^A	112.19 ^B	104.27 ^B	-
		15. gün	30. gün	45. gün	Deneme sonu	
Anaç	*	*	*	*	*	
Uygulama	Öd	*	*	*	*	
Anaç × Uygulama	Öd	*	*	*	Öd	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Denemede, anaçların stoma iletkenliğinin 15. günde; 261.67 mmol/m²s (Fox 11, 20 mM NaCl) ile 157.33 mmol/m²s (BA 29, 80 mM NaCl), 30. günde; 322.50 mmol/m²s (OHxF 333, kontrol) ile 43.53 mmol/m²s (OHxF 333, 20 mM NaCl), 45. günde; 298.67 mmol/m²s (OHxF 333, kontrol) ile 24.59 mmol/m²s (BA 29, 80 mM NaCl) ve deneme sonunda; 281.14 mmol/m²s (OHxF 97, kontrol) ile 26.64 mmol/m²s (Fox 11, 80 mM NaCl) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Anaçların 2018 yılının 15. günündeki stoma iletkenliği durumları ele alındığında; her ne kadar NaCl uygulamaları sonucunda anaçların stoma iletkenliği değerleri nispi miktarda azalmış olsa da istatistiksel farklılık görülmemiştir. Ancak genelde daha düşük stoma iletkenliği 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçlarda ortaya

çıkmiştir. Uygulamalara göre anaçlarda da stoma iletkenliği bakımından fark olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.11).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, artan NaCl konsantrasyonu ile stoma iletkenliğinin önemsiz şekilde azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Anaçların ortalama değerlerinde ise sırasıyla, Fox 11 (224.72 mmol/m²s) ve OHxF 333 (221.01 mmol/m²s) anaçları daha fazla stoma iletkenliğine sahip olarak BA 29 (177.29 mmol/m²s) anacından önemli derecede farklı bulunmuştur. Diğer anaçlar arasında ise önemli farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4.11).

30. gündeki stoma iletkenliği incelendiğinde, NaCl uygulamaları sonucunda stoma iletkenliği kontrol uygulamalarına göre azalmış olup bu azalış Fox 11 ve BA 29 anaçlarında önemli bulunmamıştır. İlâveten tüm anaçların kontrol grupları ile 80 mM NaCl uygulamaları arasında stoma iletkenliği önemli derecede farklılık göstermiştir. OHxF 97 anacının 40 mM (95.53 mmol/m²s) NaCl stresine maruz kalan bitkilerinde en düşük stoma iletkenliği değeri belirlenmiş, kontrol (285.33 mmol/m²s) ile 20 mM (168.06 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından farklılık göstermiştir. OHxF 333 anacında ise en düşük stoma iletkenliği 20 mM (43.53 mmol/m²s) NaCl uygulamalarında elde edilmiş, bu grup ile kontrol (322.50 mmol/m²s) ve 40 mM (213.17mmol/m²s) NaCl uygulamaları arasında fark olduğu saptanmıştır. Stoma iletkenliği Fox 11 anacında artan NaCl konsantrasyonu ile nispi azalışlar gösterse de NaCl uygulamaları arasında fark elde edilmemiş ancak 80 mM (73.33 mmol/m²s) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkiler kontrol (136.83 mmol/m²s) grubundan istatistiksel önemde ayrılmıştır. BA 29 anacında ise yine en düşük stoma iletkenliği 80 mM (44.25 mmol/m²s) NaCl uygulamaları sonucunda belirlenmiş, bu uygulama ile kontrol (256.26 mmol/m²s) ve 40 mM (204.00 mmol/m²s) NaCl arasında fark bulunmuştur. İlâveten 20 mM (90.00 mmol/m²s) NaCl stresine maruz kalan bitkilerin stoma iletkenliği değeri de kontrol ve 40 mM NaCl uygulamalarında farklılık göstermiştir. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenliği değerlendirildiğinde; en yüksek stoma iletkenliği kontrol uygulamalarında OHxF 333 (322.50 mmol/m²s) ve OHxF 97 (285.33 mmol/m²s) anaçlarında, 20 mM NaCl uygulamalarında OHxF 97 (168.06 mmol/m²s) anacında, 40 mM NaCl uygulamalarında OHxF 333 (213.17 mmol/m²s) ve BA 29 (204.00 mmol/m²s) anaçlarında, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 97 (155.00

mmol/m²s) ve OHxF 333 (100.00 mmol/m²s) anaçlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde; kontrol (250.23 mmol/m²s) grubunun en fazla stoma iletkenliğine sahip olarak tüm NaCl uygulamaları ile arasında fark olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca en düşük stoma iletkenliği değerleri sırasıyla 80 mM (93.15 mmol/m²s) ve 20 mM (99.58 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından elde edilmiş ve bu uygulamalar istatistiksel olarak diğerlerinden ayrılmıştır (Çizelge 4.11).

Anaçların genel ortalamalarında ise OHxF 97 (175.98 mmol/m²s), OHxF 333 (168.80 mmol/m²s) ve BA 29 (148.63 mmol/m²s) anaçları arasında stoma iletkenliği bakımından fark görülmemiştir. En düşük stoma iletkenliğine sahip olan Fox 11 (99.55 mmol/m²s) anacı ile diğer anaçlar arasında ise fark tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Uygulamalarının 45. gününde yapılan ölçümlerde, Fox 11 anacının 20 mM (116.83 mmol/m²s) ve 40 mM (117.06 mmol/m²s) uygulamaları arasındaki değişim hariç, tüm anaçlarda stoma iletkenliğinin artan NaCl konsantrasyonu ile nispeten azaldığı görülmüştür. OHxF 97 anacında kontrol (251.50 mmol/m²s) ve 20 mM (231.83 mmol/m²s) NaCl uygulamaları arasında fark bulunmazken, 40 mM (104.15 mmol/m²s) ve 80 mM (55.22 mmol/m²s) NaCl uygulamalarında stoma iletkenliği önemli oranda azalmış, kontrol ile 20 mM NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. OHxF 333 anacında stoma iletkenliği en yüksek kontrol (298.67 mmol/m²s) grubunda ortaya çıkmış ve NaCl uygulamaları ile arasında fark oluşmuştur. 20 mM (184.53 mmol/m²s) ve 40 mM (147.42 mmol/m²s) NaCl uygulamalarında stoma iletkenliği önemli derecede değişmezken 80 mM (46.29 mmol/m²s) NaCl uygulamaları ile diğer uygulamalar arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında kontrol, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamaları incelendiğinde, stoma iletkenliğinde önemli bir azalış saptanmamıştır. Ancak her iki anaçta da 80 mM (Fox 11, 29.41 mmol/m²s; BA 29, 24.59 mmol/m²s) NaCl uygulamaları sonucunda stoma iletkenliği kontrol (Fox 11, 163.44 mmol/m²s; BA 29, 119.11 mmol/m²s) uygulamalarına göre önemli derecede azalmıştır. Fox 11 anacında 80 mM NaCl uygulamasının diğer uygulamalardan, BA 29 anacında ise kontrol uygulamasından farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenlikleri; kontrol uygulamalarında en yüksek OHxF anaçlarında elde edilmiştir. 20 mM NaCl uygulamalarında BA 29

(84.67 mmol/m²s) ve Fox 11 (116.83 mmol/m²s) anaçlarının OHxF 97 (231.83 mmol/m²s) anacına göre daha az stoma iletkenliğine sahip olduğu görülmüştür. 40 mM NaCl uygulamalarında ise stoma iletkenliği yine BA 29 (63.07 mmol/m²s) anacında düşük bulunmuş ve OHxF 333 (147.42 mmol/m²s) anacı ile aralarında önemli derecede fark oluşmuştur. 80 mM NaCl uygulamalarında anaçlara göre stoma iletkenliği farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.11).

Uygulamaların ortalama değerlerine göre, NaCl konsantrasyonu arttıkça stoma iletkenliğinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük stoma iletkenliği sırasıyla kontrol (208.18 mmol/m²s) bitkileri ile 80 mM (38.88 mmol/m²s) NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçlarda elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Anaçların ortalama stoma iletkenliğine bakıldığında, OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarının daha yüksek değerlere sahip olarak Fox 11 ve BA 29 anaçlarından farklı gruplandıkları bulunmuştur. İlâveten OHxF 333 (169.23 mmol/m²s) anacının en yüksek, BA 29 (72.86 mmol/m²s) anacının ise en düşük stoma iletkenliğine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

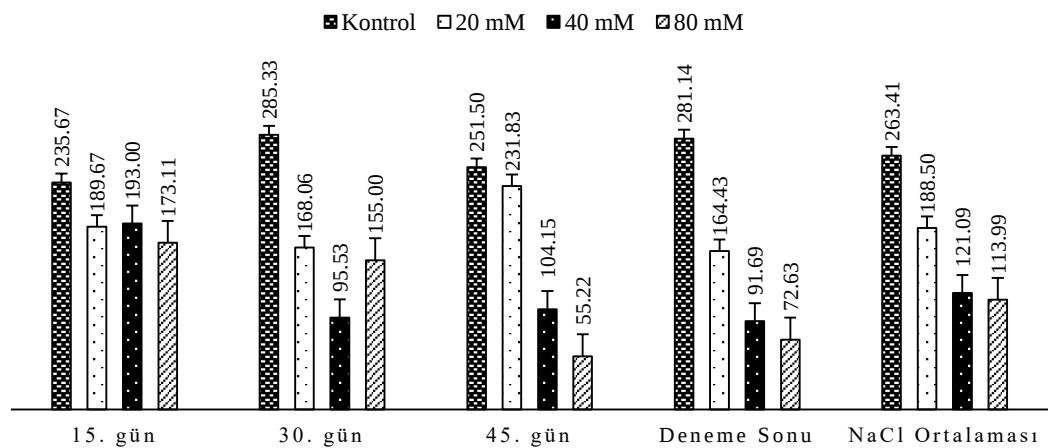
Deneme sonunda gerçekleştirilen stoma iletkenliği ölçümlerinde, bazı anaçlarda nispeten de olsa NaCl konsantrasyonun artışı ile stoma iletkenliğinin azaldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca tüm anaçlarda 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında stoma iletkenliğinin kontrol bitkilerine göre önemli derecede azaldığı, kontrol bitkilerinin en yüksek, 80 mM uygulamalarının ise en düşük stoma iletkenliğine sahip oldukları görülmüştür. OHxF 97 anacının, 20 mM (164.43 mmol/m²s) ile 80 mM (72.63 mmol/m²s) NaCl uygulamaları arasında önemli farklılık saptanmıştır (Çizelge 4.11). OHxF 333 anacında, kontrol (270.31 mmol/m²s) grubunda en yüksek stoma iletkenliği bulunmuş ve tüm NaCl uygulamaları ile arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Yine bu anaçta stoma iletkenliğinin, NaCl konsantrasyonu arttıkça azalmasına rağmen 20 mM, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları arasında farklılık ortaya çıkmamıştır. Fox 11 anacında, en yüksek stoma iletkenliğinin kontrol (169.88 mmol/m²s) bitkilerinde olduğu görülmüş ve 40 mM (107.75 mmol/m²s) ve 80 mM (26.64 mmol/m²s) NaCl uygulamalarından farklılık göstermiştir. İlâveten 80 mM NaCl uygulamaları en düşük stoma iletkenliğine sahip olarak tüm uygulamalardan, 40 mM NaCl uygulamaları ise kontrol grubundan farklı bulunmuştur. BA 29 anacında ise artan NaCl konsantrasyonu

ile stoma iletkenliği önemli miktarda azalmış, en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla kontrol (183.33 mmol/m²s) ile 80 mM (36.64 mmol/m²s) NaCl uygulamaları sonucunda saptanmıştır. Uygulamalara göre anaçların stoma iletkenlikleri incelendiğinde; 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark çıkmamıştır. Kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF anaçlarının BA 29 ve Fox 11 anaçlarına göre daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olduğu görülmüştür (izelge 4.11).

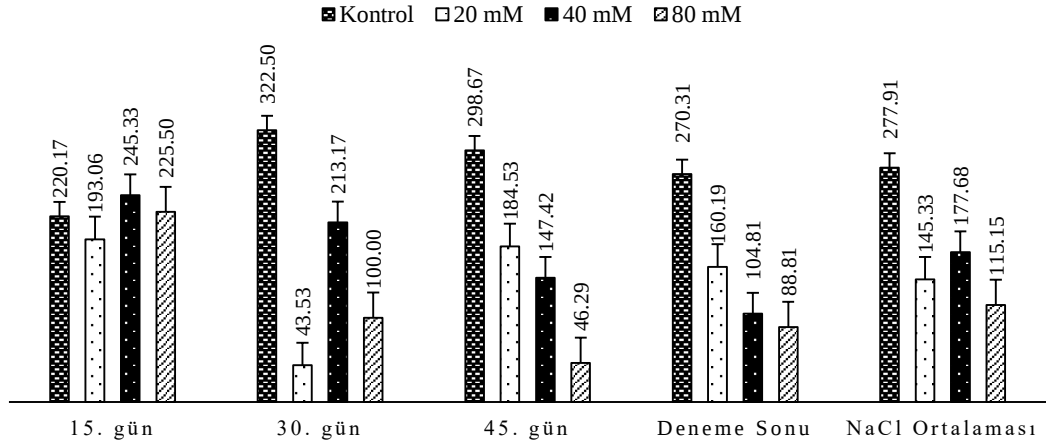
Uygulamaların ortalama değerlerine göre, stoma iletkenliği NaCl konsantrasyonu arttıkça önemli derecede azalmış ve en düşük stoma iletkenliği 80 mM (56.18 mmol/m²s) NaCl uygulamalarında belirlenmiştir (izelge 4.11).

Anaçların ortalama değerlerine göre ise OHxF anaçları (OHxF 333; 156.03 mmol/m²s, OHxF 97; 152.47 mmol/m²s), Fox 11 (112.19 mmol/m²s) ve BA 29 (104.27 mmol/m²s) anaçlarından daha fazla stoma iletkenliğine sahip olarak farklı bulunmuştur (izelge 4.11).

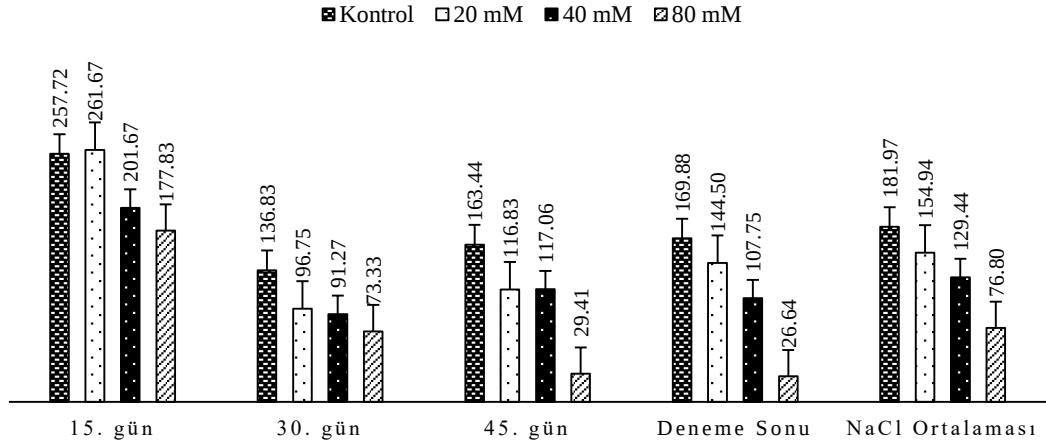
şekil 4.25., 4.26., 4.27. ve 4.28. 2018 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamalarının, sırasıyla (OHxF 97, OHxF 333, Fox 11, BA 29) anaçlarda stoma iletkenliğinin dönemsel değişimlere etkisini göstermektedir.



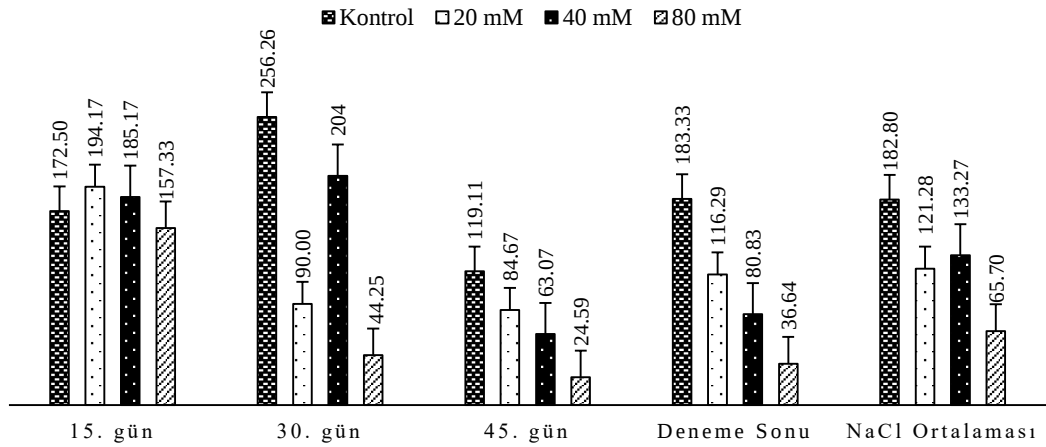
şekil 4.25. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) zerine etkisi



Şekil 4.26. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi



Şekil 4.27. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi



Şekil 4.28. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında stoma iletkenliği (mmol/m²s) üzerine etkisi

4.3. NaCl Stresinin Bazı Biyokimyasal Değişimlere Etkisi

Araştırmada biyokimyasal parametreler olarak yapraklarda; klorofil yoğunluğu, prolin, glisin betain, H₂O₂, toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam antioksidan kapasite, armutta önemli fenolik bileşiklerin miktarları ile bitkilerde strese öne çıkan bazı enzimlerin aktiviteleri belirlenmiş ve mineral madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar alt başlıklar şeklinde sunulmuştur.

4.3.1 NaCl stresinin klorofil yoğunluğu üzerine etkisi

NaCl stresinin armut ve ayva anaçlarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisini belirlemek amacı ile uygulamaların 15. gününde başlayarak deneme sonuna kadar 15 gün aralıklar ile SPAD ölçümleri yapılmıştır. 2017 yılında yapılan çalışmada, NaCl uygulamaları neticesinde anaçlardan elde edilen klorofil yoğunluğu değerleri ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de sunulmuştur. Klorofil yoğunluğu bakımından ölçümlerin yapıldığı tüm dönemlerde anaç × uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur. Ayrıca klorofil yoğunluğunun tüm dönemlerde anaç ve uygulama faktöründen etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	51.47f*	58.07c	59.16bc	62.20a	57.72 ^{A**}
	20 mM	51.32f	57.71cd	56.27de	61.09a	56.60 ^C
	40 mM	52.44f	56.67e	57.79cd	61.24a	56.78 ^{BC}
	80 mM	52.78f	58.81c	57.81cd	60.82ab	57.55 ^{AB}
	Ortalama	52.00 ^C	57.56 ^B	57.76 ^B	61.34 ^A	-
30. gün	Kontrol	56.87f	61.06de	62.77bc	66.25a	61.74 ^A
	20 mM	56.45f	60.95de	59.81e	63.70b	60.23 ^B
	40 mM	55.80f	60.18de	60.04de	61.61cd	59.41 ^C
	80 mM	56.18f	60.68de	61.41cde	63.41b	60.42 ^B
	Ortalama	56.32 ^C	60.72 ^B	61.09 ^B	63.74 ^A	-
45. gün	Kontrol	53.38ef	57.90d	62.53a	63.50a	59.33 ^A
	20 mM	54.56e	59.78bcd	58.21cd	60.43b	58.24 ^B
	40 mM	53.55ef	58.24d	59.13bcd	58.30cd	57.31 ^B
	80 mM	52.56f	58.92bcd	59.54bcd	60.12bc	57.79 ^B
	Ortalama	53.51 ^C	58.71 ^B	59.85 ^A	60.59 ^A	-
Deneme sonu	Kontrol	55.17hı	57.79fg	63.34b	66.12a	60.60 ^A
	20 mM	56.27gh	57.90fg	60.20cde	61.07cd	58.86 ^B
	40 mM	54.63hı	59.13ef	60.20cde	59.07ef	58.26 ^B
	80 mM	54.35ı	60.74cde	59.42def	61.19c	58.92 ^B
	Ortalama	55.10 ^D	58,87 ^C	60,79 ^B	61.86 ^A	-
		15. gün	30. gün	45. gün	Deneme sonu	
Anaç		*	*	*	*	
Uygulama		*	*	*	*	
Anaç × Uygulama		*	*	*	*	

*Küçük harfler tüm gruplar; **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$).

Araştırmada, anaçların klorofil yoğunlukları 2017 yılının 15. gün ölçümlerinde; 62.20 (BA 29, kontrol) ile 51.32 (OHxF 97, 20 mM NaCl), 30. gününde 66.25 (BA 29, kontrol) ile 55.80 (OHxF 97, 40 mM NaCl), 45. gününde 63.50 (BA 29, kontrol) ile 52.56 (OHxF 97, 80 mM NaCl) ve deneme sonunda 66.12 (BA 29, kontrol) ile 54.35 (OHxF 97, 80 mM NaCl) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

2017 yılında, 15. gün ölçümlerinde; OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında NaCl uygulamalarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisi olmamıştır. OHxF 333 anacında kontrol (58.07), 20 mM (57.71) ve 80 mM (58.81) NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğu değişmezken 40 mM (56.67) NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğu azalmış ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Fox 11 anacında ise kontrol

(59.16) grubu ile 40 mM (57.79) ve 80 mM (57.81) NaCl uygulamaları arasında fark olmazken, 20 mM (56.27) NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğu azalarak kontrol bitkilerinden farklılık göstermiştir (Çizelge 4.12).

15. gün klorofil yoğunluğu ölçümlerinin uygulamalara göre ortalamalarına bakıldığında, 20 mM (56.60) ve 40 mM (56.78) NaCl uygulamalarında, kontrol grubuna kıyasla klorofil yoğunluğunun azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Anaçların genel ortalamalarında ise en yüksek ve en düşük klorofil yoğunluğu sırasıyla BA 29 (61.34) ve OHxF 97 (52.00) anaçlarında belirlenmiş, bu iki anacın diğerlerinden ve birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12).

Anaçlarda yapılan 30. gün ölçümleri sonuçlarına göre OHxF anaçlarında uygulamaların klorofil yoğunluğunu etkilemediği ortaya çıkmıştır. Fox 11 anacında NaCl konsantrasyonundan klorofil yoğunluğu etkilenmemiş ancak 20 mM (59.81) ve 40 mM (60.04) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkiler, kontrol (62.77) bitkilerine göre daha düşük klorofil yoğunluğuna sahip olmuşlardır. BA 29 anacında ise NaCl uygulamaları klorofil yoğunluğunu azaltmış ve tüm uygulamalar kontrol (61.74) grubundan farklı bulunmuştur. İlâveten NaCl uygulamaları içerisinde de en düşük klorofil yoğunluğuna sahip olan 40 mM (61.61) NaCl uygulamalarının diğer uygulamalardan farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Uygulamaların genel ortalamalarında en yüksek klorofil yoğunluğu kontrol (61.74) uygulamalarında elde edilmiş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. İlâveten NaCl uygulamaları arasında da fark ortaya çıkmış, en az klorofil yoğunluğuna sahip olan 40 mM (59.41) NaCl uygulamaları diğer gruplardan istatistik olarak ayrılmıştır (Çizelge 4.12).

Anaçların ortalamalarında ise yüksek ve en düşük klorofil yoğunlukları sırasıyla BA 29 (63.74) ve OHxF 97 (56.32) anaçlarında saptanmıştır. Bu anaçların hem birbirleri hem de diğer anaçlar ile arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Uygulamaların 45. gününde yapılan ölçümlerde; OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarında kontrol grupları ile NaCl uygulamaları kıyaslandığında klorofil yoğunluğunun

değişmediği görülmüştür. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında ise kontrol (Fox 11; 62.53, BA 29; 63.50) bitkilerinin klorofil yoğunluğu NaCl uygulamalarından daha yüksek bulunmuş ve uygulamalar arasında fark tespit edilmiştir. Ayrıca Fox 11 anacında artan NaCl konsantrasyonunun klorofil yoğunluğu üzerine etkisi olmazken, BA 29 anacında NaCl uygulamaları arasında da fark oluşmuş, 40 mM (58.30) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde en düşük klorofil yoğunluğu tespit edilerek 20 mM (60.43) NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre en yüksek klorofil yoğunluğu kontrol (59.33) bitkilerinde görülmüş ve tüm NaCl uygulamaları ile arasında fark saptanmıştır. NaCl uygulamaları arasında ise klorofil yoğunluğunun değişmediği görülmüştür (Çizelge 4.12).

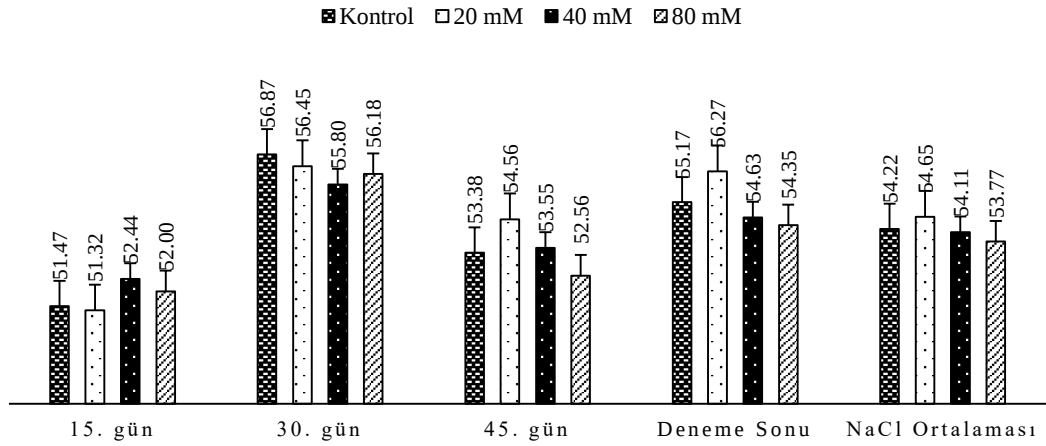
Anaçların klorofil yoğunluğu ortalamaları incelendiğinde, en yüksek klorofil yoğunluğu BA 29 (60.59) ve Fox 11 (59.85) anaçlarında, en düşük ise OHxF 97 (53.51) anacında belirlenmiş ve anaçlar arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

2017 yılında deneme sonunda yapılan klorofil yoğunluğu ölçümlerinde; OHxF 97 anacında 20 mM (56.27) ile 80 mM (54.35) NaCl uygulamalarında fark ortaya çıkmıştır. Ayrıca nispeten en düşük klorofil yoğunluğu 80 mM NaCl uygulanan bitkilerde saptanmıştır. OHxF 333 anacında kontrol (57.79), 20 mM (57.90) ve 40 mM (59.13) NaCl uygulamaları arasında klorofil yoğunluğu değişmemiş, en yüksek klorofil yoğunluğu 80 mM (60.74) NaCl uygulanan bitkilerde görülmüş ve bu uygulama diğerlerinden farklı bulunmuştur. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında en yüksek klorofil yoğunluğu kontrol bitkilerinde belirlenmiş ve tüm NaCl uygulamaları ile arasında fark olduğu saptanmıştır. Fox 11 anacında NaCl konsantrasyonu klorofil yoğunluğunu etkilemezken, BA 29 anacında en düşük klorofil yoğunluğu 40 mM (59.07) NaCl uygulamalarında ölçülmüş ve diğer uygulamalardan farklılık göstermiştir (Çizelge 4.12).

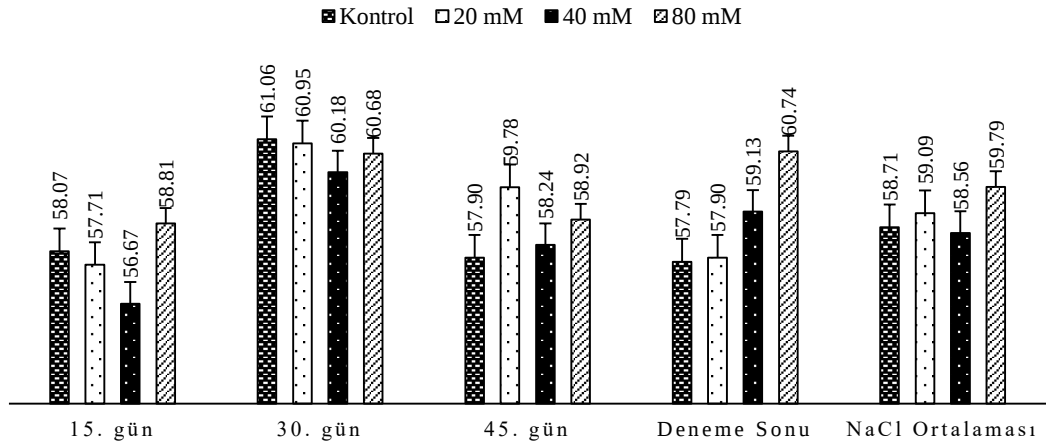
Uygulamaların genel ortalamalarına göre kontrol (60.60) uygulamalarında en yüksek klorofil yoğunluğu belirlenerek NaCl uygulamalarından farklı olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Anaçların genel ortalamalarına göre tüm anaçlar birbirlerinden farklı bulunmuştur. En yüksek ve en düştük klorofil yoğunluğu ise sırasıyla BA 29 (61.86) ve OHxF 97 (55.10) anaçlarında tespit edilmiştir (izelge 4.12).

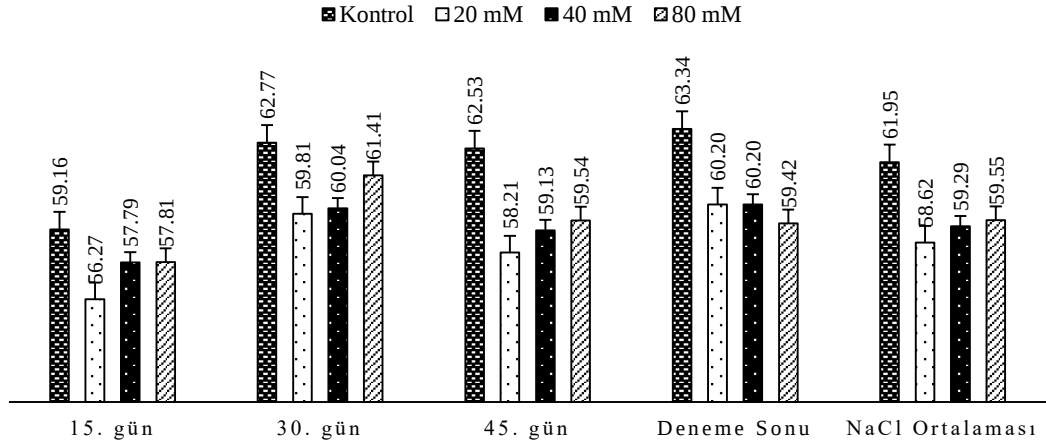
2017 yılında gerçekleştiren NaCl uygulamalarının klorofil yoğunluğu bakımından anaçlarda meydana getirdiği dönemsel değişimler sırasıyla Şekil 4.29. (OHxF 97), Şekil 4.30. (OHxF 333), Şekil 4.31. (Fox 11) ve Şekil 4.32.'de (BA 29) sunulmuştur.



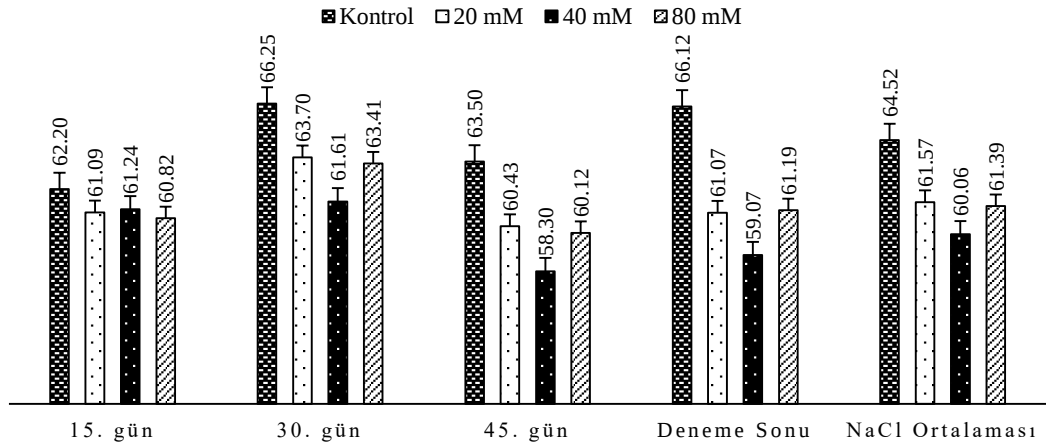
Şekil 4.29. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) zerine etkisi



Şekil 4.30. 2017 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) zerine etkisi



Şekil 4.31. 2017 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi



Şekil 4.32. 2017 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi

NaCl uygulamaları neticesinde anaçların 2018 yılındaki klorofil yoğunluğu ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.13.'te sunulmuştur. Çalışmanın 15. günü dışında diğer dönemlerde, klorofil yoğunluğu bakımından anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemli çıkmıştır. 15. gün klorofil yoğunluğu sonuçları ise ikili karşılaştırmalar şeklinde ifade edilmiştir. İlaveten klorofil yoğunluğunun tüm dönemlerde anaç faktöründen, deneme sonu ölçümlerinde ise uygulama faktöründen etkilendiği saptanmıştır.

Çizelge 4.13. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi

Dönemler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
15. gün	Kontrol	59.23A**23	56.51A3***	62.92A1	60.96A12	59.91 ^{Öd}
	20 mM	56.73B2	56.85A2	59.53A1	60.84A1	58.49
	40 mM	59.97A1	57.16A2	60.47A1	60.95A1	59.64
	80 mM	58.10AB2	55.58A3	62.09A1	61.91A1	59.42
	Ortalama	58.51 ^{B****}	56.52 ^C	61.25 ^A	61.16 ^A	-
30. gün	Kontrol	56.83fgh*	57.74e-g	60.61bc	63.65a	59.72 ^{Öd}
	20 mM	56.94fgh	55.00h	59.83cde	62.68ab	58.61
	40 mM	56.77gh	58.09d-g	60.12cde	60.18cd	58.79
	80 mM	57.28fgh	59.01c-f	60.34c	60.98bc	59.40
	Ortalama	56.97 ^C	57.46 ^C	60.22 ^B	61.87 ^A	-
45. gün	Kontrol	60.57de	57.84fg	64.44c	67.51a	62.59 ^{Öd}
	20 mM	59.30ef	58.74efg	61.43d	67.00ab	61.62
	40 mM	59.33ef	54.04g	65.02c	65.58bc	61.74
	80 mM	57.58fg	56.93g	65.75abc	64.89c	61.29
	Ortalama	59.20 ^C	57.64 ^D	64.16 ^B	66.25 ^A	-
Deneme sonu	Kontrol	60.16d	59.11de	65.76b	69.01a	63.51 ^A
	20 mM	60.02d	60.22d	63.53c	67.77a	62.88 ^A
	40 mM	59.73d	57.12f	62.76c	64.28bc	60.98 ^B
	80 mM	57.48ef	53.72g	59.73d	62.60c	58.38 ^C
	Ortalama	59.35 ^C	57.54 ^D	62.95 ^B	65.91 ^A	-
		15. gün	30. gün	45. gün	Deneme sonu	
Anaç		*	*	*	*	
Uygulama		Öd	Öd	Öd	*	
Anaç × Uygulama		Öd	*	*	*	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Araştırmada, anaçların klorofil yoğunluğu 2018 yılında 15. gün ölçümlerinde; 62.92 (Fox 11, kontrol) ile 55.58 (OHxF 333, 80 mM NaCl), 30. gün ölçümlerinde; 63.65 (BA 29, kontrol) ile 55.00 (OHxF 333, 20 mM NaCl), 45. gün ölçümlerinde; 67.51 (BA 29, kontrol) ile 54.04 (OHxF 333, 40 mM NaCl) ve deneme sonunda 69.01 (BA 29, kontrol) ile 53.72 (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

2018 yılının 15. gününde elde edilen klorofil yoğunluğu sonuçlara göre; OHxF 97 anacında 20 mM (56.73) NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğu azalarak, kontrol (59.23) ve 40 mM (59.97) NaCl uygulamalarından farklılık göstermiştir. Diğer anaçlarda ise tuz stresi uygulamalarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisi olmamıştır (Çizelge 4.13).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde NaCl uygulamalarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.13).

Anaçların genel ortalamaları ele alındığında, en yüksek klorofil yoğunluğu Fox 11 (61.25) ve BA 29 (61.16) anaçlarında saptanırken, en düşük klorofil yoğunluğuna OHxF 333 (56.52) anacının sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

2018 yılındaki uygulamaların 30. gününde anaçlarda NaCl uygulamalarına göre klorofil yoğunluğunun kısmen değiştiği görülmüştür. OHxF 333 anacında en düşük klorofil yoğunluğu 20 mM (58.74) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmış ve diğer uygulamalar ile arasında fark tespit edilmiştir. BA 29 anacında ise en yüksek klorofil yoğunluğu kontrol (63.65) grubundaki bitkilerde belirlenmiş, 40 mM (60.18) ve 80 mM (60.98) NaCl uygulamalarından farklı olduğu görülmüştür. İlaveten bu dönemde en düşük klorofil yoğunluğu 40 mM NaCl uygulamalarında elde edilerek 20 mM (62.68) NaCl uygulamalarından da farklılık göstermiştir. OHxF 97 ve Fox 11 anaçlarında stres uygulamalarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisi olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre stres uygulamalarının klorofil yoğunluğu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak nispeten daha düşük klorofil yoğunluğu NaCl uygulamaları yapılan bitkilerde ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.13).

Anaçların genel ortalamalarında ise en yüksek ve en düşük klorofil yoğunluğu sırasıyla BA 29 (61.87) ile OHxF 333 (57.46) ve OHxF 97 (56.97) anaçlarında elde edilmiştir. İlaveten OHxF anaçları ile BA 29 anacı tüm anaçlardan ve birbirlerinden farklı bulunmuşlardır (Çizelge 4.13).

Çalışmanın 45. gününde yapılan ölçümlerde; OHxF 333 anacında uygulamalar arasında fark çıkmamıştır. Ancak nispeten daha düşük klorofil yoğunluğu 40 mM (54.04) ve 80 mM (56.93) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde belirlenmiştir. OHxF 97 anacında ise tüm NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğu kontrol (60.57) bitkilerine kıyasla azalırken, 80 mM (57.58) NaCl uygulamalarında en düşük klorofil yoğunluğu belirlenmiş ve kontrol bitkileri ile arasında fark oluşmuştur. Fox 11 anacında 20 mM (61.43) NaCl uygulamalarının en düşük klorofil yoğunluğuna sahip

olduğu ve tüm uygulamalardan farklılık gösterdiği saptanmıştır. BA 29 anacında kontrol (67.51) ve 20 mM (67.00) NaCl uygulamalarında en yüksek, 80 mM (64.89) NaCl uygulamalarında ise en düşük klorofil yoğunluğu ortaya çıkmıştır. İlaveten 80 mM NaCl uygulamaları ile kontrol ve 20 mM NaCl uygulamaları arasında, 40 mM (65.58) NaCl uygulamaları ile de kontrol bitkileri arasında önemli farklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Uygulamaların genel ortalamalarında klorofil yoğunluğunun NaCl uygulamalarından etkilenmediği saptanmış ancak nispeten daha düşük klorofil içeriği NaCl uygulamalarında görülmüştür (Çizelge 4.13).

Anaçların ortalamalarında ise tüm anaçların birbirlerinden farklı oldukları, en yüksek ve en düşük klorofil yoğunluğuna sırasıyla BA 29 (66.25) ve OHxF 333 (57.64) anaçlarının sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

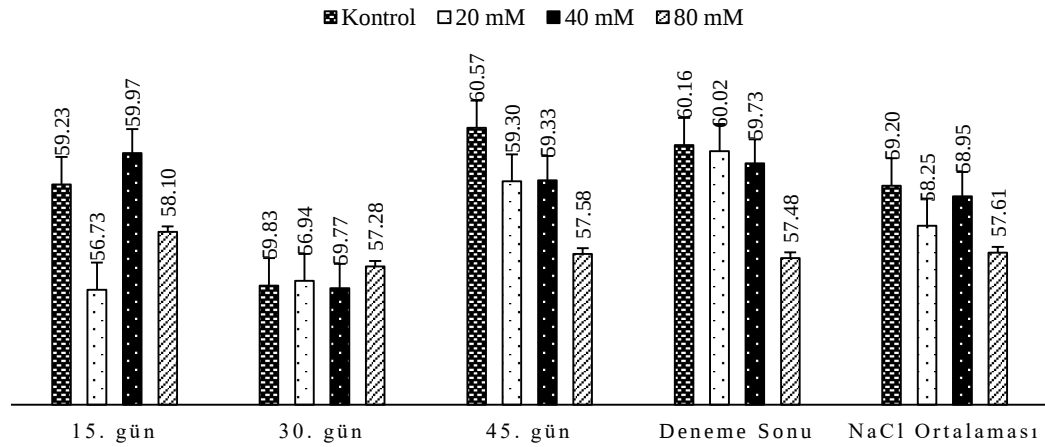
Çalışmanın 2018 yılı deneme sonunda gerçekleştirilen ölçümlerde özellikle 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarının klorofil yoğunluğunu azalttığı görülmüştür. Araştırmada kullanılan tüm anaçlarda 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda klorofil yoğunluğunun kontrol uygulamalarına göre önemli derecede azaldığı ortaya çıkmıştır. OHxF 97 anacında diğer uygulamalar arasında fark ortaya çıkmazken, OHxF 333 anacında 40 mM (57.12) NaCl uygulamaları neticesinde de klorofil yoğunluğunun azaldığı ve tüm uygulamalardan farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Fox 11 anacında tüm NaCl uygulamalarında klorofil yoğunluğunun kontrol (65.76) grubuna kıyasla önemli derecede azaldığı saptanmıştır. Ancak en düşük klorofil yoğunluğu 80 mM NaCl uygulamalarında elde edilmiş ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. BA 29 anacında en yüksek klorofil yoğunluğu kontrol (69.01) ve 20 mM (67.77) NaCl uygulamalarında elde edilmiş ve bu uygulamalar arasında farklılık görülmemiştir. 40 mM (64.28) ve 80 mM (62.60) NaCl uygulamaları sonucunda klorofil yoğunluğunun önemli miktarda azaldığı ve diğer uygulamalardan farklılık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre NaCl konsantrasyonu arttıkça klorofil yoğunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu azalış 20 mM (62.88) NaCl uygulamalarında önemli olmazken, 40 mM (60.98) ve 80 mM (58.38) NaCl

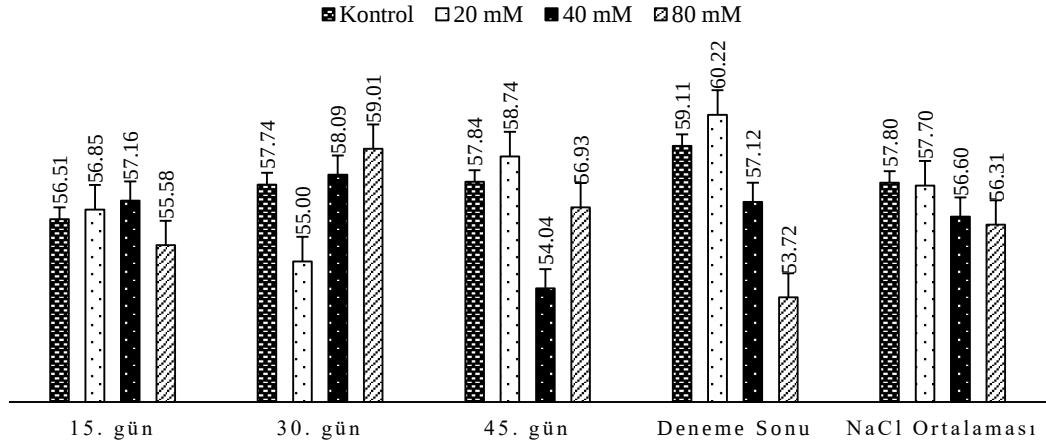
uygulamalarında önemli bulunmuştur. Ayrıca sırasıyla en düşük klorofil yoğunluğuna sahip 80 mM ve 40 mM NaCl uygulamaları arasında da önemli fark ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.13).

Anaçların ortalamaları ise 45. günde yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiş, tüm anaçlar arasında fark tespit edilmiş, sırasıyla en yüksek ve en düşük klorofil yoğunluğu BA 29 (65.91) ve OHxF 333 (57.54) anaçlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

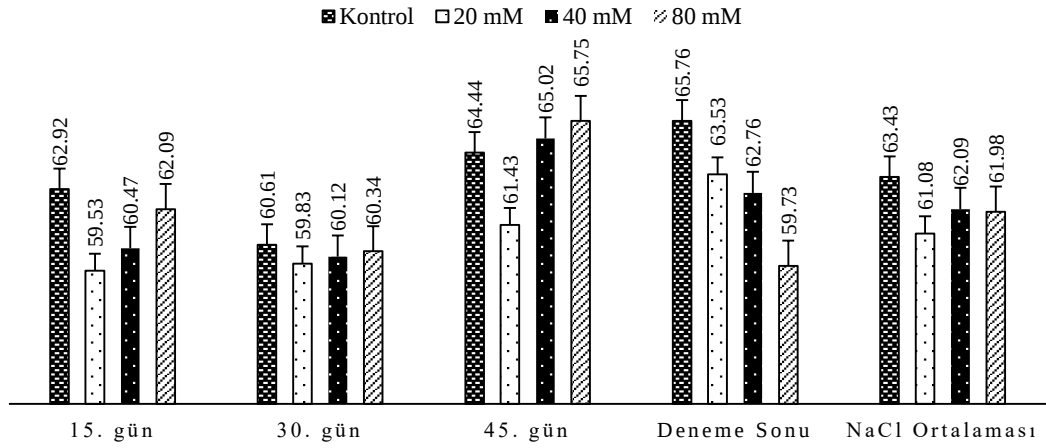
Aşağıdaki şekiller, farklı dönemlerde yapılan klorofil yoğunluğu ölçümlerinin anaçlar üzerindeki değişimini göstermektedir. Şekil 4.33., 4.34., 4.35., ve 4.36. sırasıyla OHxF 97, OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarındaki değişimleri temsil etmektedir.



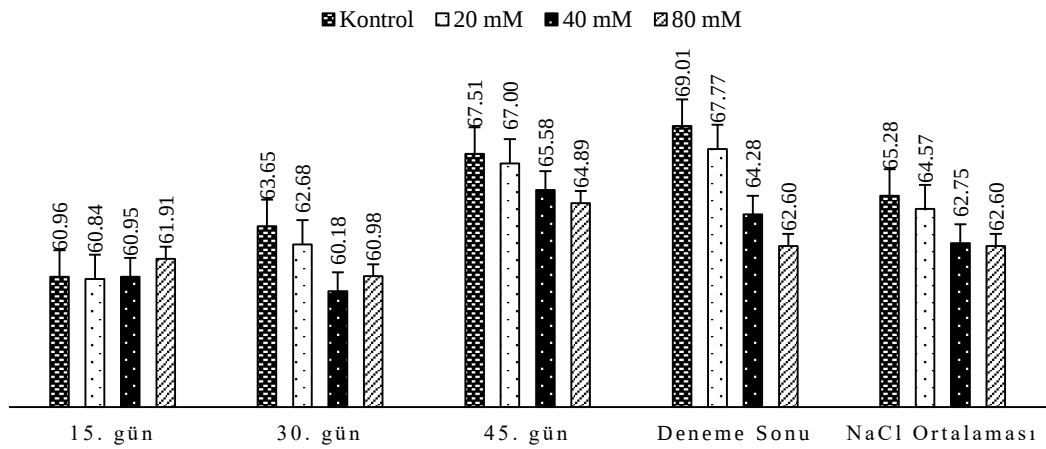
Şekil 4.33. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 97 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi



Şekil 4.34. 2018 yılı NaCl uygulamalarının OHxF 333 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi



Şekil 4.35. 2018 yılı NaCl uygulamalarının Fox 11 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi



Şekil 4.36. 2018 yılı NaCl uygulamalarının BA 29 anacında klorofil yoğunluğu (SPAD) üzerine etkisi

4.3.2. NaCl stresinin yapraklardaki prolin, glisin betain ve hidrojen peroksit miktarı üzerine etkisi

2017 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki prolin, glisin betain ve H_2O_2 miktarları ile istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.14.'te verilmiştir. Prolin miktarı bakımından elde edilen veriler normal dağılım göstermediği için nonparametrik testler yapılmış ve sonuçlar Mann Whitney-U testi kullanılarak ikili karşılaştırma şeklinde ifade edilmiştir. 2017 yılında anaç yapraklarındaki prolin miktarının anaç ve uygulama faktörlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Yapraklardaki glisin betain miktarı açısından anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz çıkmıştır. İlaveten glisin betain miktarı üzerine anaç faktörü önemli, uygulama faktörü ise önemsiz bulunmuştur. Yapraklardaki H_2O_2 miktarının ise anaç $\times$ uygulama interaksyonundan ve anaç ile uygulama faktörlerinden etkilendiği saptanmıştır.

Çizelge 4.14. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında prolin ($\mu\text{mol g}^{-1}$), glisin betain ($\mu\text{mol g}^{-1}$) ve H_2O_2 ($\mu\text{mol g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar		Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
prolin ($\mu\text{mol pro g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	11.22AB**1	18.61A1	18.00B1	12.43B1	15.06 ^{B****}
	20 mM	8.38AB2	15.58A12	25.40B1	13.52B12	15.72 ^B
	40 mM	5.64B2	3.90B2	46.40B1	30.27AB1	21.57 ^B
	80 mM	52.86A12	16.94A2	182.30A1	51.87A2	75.99 ^A
	Ortalama	19.52 ^B	13.75 ^B	68.04 ^A	27.02 ^B	-
glisin betain ($\mu\text{mol gb g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	1.23A1	1.04A1	1.09A1	0.87A1	1.05 ^{Öd}
	20 mM	1.03A1	0.98A1	1.01A1	0.57A2	0.90
	40 mM	1.35A1	1.02A12	0.94A2	0.67A2	1.00
	80 mM	1.34A1	0.98A12	1.00A12	0.64A2	0.99
	Ortalama	1.24 ^A	1.00 ^B	1.01 ^B	0.69 ^C	-
H_2O_2 ($\mu\text{mol H}_2O_2 \text{ g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	2.00bc*	2.50ab	2.97a	0.42f	1.97 ^A
	20 mM	0.75ef	2.42abc	2.45ab	0.33f	1.49 ^B
	40 mM	1.14de	1.16de	1.75cdf	0.45f	1.13 ^C
	80 mM	0.49ef	0.64f	0.91ef	0.49ef	0.63 ^D
	Ortalama	1.10 ^B	1.68 ^A	2.02 ^A	0.42 ^C	-
		pro	gb		Hidrojen peroksit	
Anaç		*	*		*	
Uygulama		*	Öd		*	
Anaç $\times$ Uygulama		-	Öd		*	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd:** Önemli değil.

2017 yılında gerçekleştirilen çalışmada anaçların yapraklarındaki prolin miktarı $182.30 \mu\text{mol g}^{-1}$ (Fox 11, 80 mM NaCl) ile $3.90 \mu\text{mol g}^{-1}$ (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

2017 yılında yapılan uygulamalara göre, OHxF 97 anacının yapraklarındaki prolin miktarı, 40 mM ($5.64 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($52.86 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında farklılık oluşturmuştur. Yapraklardaki prolin birikimi OHxF 333 anacında ele alındığında; en düşük prolin miktarı saptanan 40 mM ($3.90 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarının tüm uygulamalardan farklı olduğu belirlenmiştir. Fox 11 anacında ise en fazla prolin birikimi 80 mM ($182.30 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulanan bitkilerde görülmüş ve bu grubun tüm uygulamalardan önemli şekilde farklılık gösterdiği bulunmuştur. BA 29 anacında da Fox 11 anacına benzer bir durum ortaya çıkmış, en fazla prolin miktarı 80 mM ($51.87 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında saptanmış ve bu uygulamanın kontrol ($12.43 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 20 mM ($13.52 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerden farklı olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalara göre anaçların prolin miktarları değerlendirildiğinde; kontrol bitkilerinde anaçlar arasında fark oluşmamıştır. 20 mM NaCl uygulamalarında ise sırasıyla en çok ve en az prolin miktarına sahip olan Fox 11 ($25.40 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve OHxF 97 ($8.38 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçlarının birbirlerinden ve diğer anaçlardan farklı oldukları belirlenmiştir. 40 mM NaCl uygulamalarında, yapraklarında en fazla prolin biriktiren Fox 11 ($46.4 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve BA 29 ($30.27 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçlarının OHxF anaçlarından farklı oldukları görülmüştür. 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde, en fazla prolin birikiminin saptandığı Fox 11 ($182.30 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının tüm anaçlardan, en az prolin birikimi gerçekleşen OHxF 333 ($16.94 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının ise BA 29 anacından farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Uygulamaların ortalama değerlerine göre prolinin en fazla 80 mM ($75.99 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında biriktiği ve diğer uygulamalardan önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar kontrol ($15.06 \mu\text{mol g}^{-1}$) bitkilerine kıyasla 20 mM ($15.72 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 40 mM ($21.57 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında prolin birikimi artmış olsa da aralarında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (Çizelge 4.14).

Prolin miktarı bakımından anaçların ortalamaları incelendiğinde, Fox 11 ($68.04 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının en yüksek değere sahip olarak diğer anaçlardan farklı olduğu

belirlenmiştir. Diğer anaçlar arasında fark olmamakla birlikte biriken prolin miktarı açısından anaçlar, BA 29 ($27.02 \mu\text{mol g}^{-1}$), OHxF 97 ($19.52 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve OHxF 333 ($13.75 \mu\text{mol g}^{-1}$) şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.14).

2017 yılında, anaçların yapraklarındaki glisin betain birikimi $1.35 \mu\text{mol g}^{-1}$ (OHxF 97, 40 mM NaCl) ile $0.57 \mu\text{mol g}^{-1}$ (BA 29, 20 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir. Bu yılda tüm anaçlarda, NaCl uygulamaları ile yapraklardaki glisin betain miktarı değişmemiştir. Ancak yapraklardaki glisin betain birikimi nispi olarak en yüksek OHxF 97 anacında bulunmuştur. Uygulamalara göre anaç yapraklarındaki glisin betain miktarları ele alındığında; 20 mM NaCl stresi uygulamalarında en düşük glisin betain birikimi BA 29 ($0.57 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında belirlenmiş ve tüm anaçlardan farklılık göstermiştir. 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında da nispeten benzer sonuçlar ortaya çıkmış, en yüksek glisin betain miktarı OHxF 97 (40 mM ; $1.35 \mu\text{mol g}^{-1}$ ve 80 mM ; $1.34 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında belirlenmiş, bu anaç 40 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 ve BA 29 anaçlarından, 80 mM NaCl uygulamalarında ise BA 29 anacından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Uygulamaların ortalamalarına göre glisin betain miktarı bakımından fark oluşmamıştır (Çizelge 4.14).

Anaçların yapraklarındaki ortalama glisin betain miktarları incelendiğinde; en yüksek OHxF 97 ($1.24 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında, en düşük ise BA 29 ($0.69 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında görülmüş ve bu anaçların birbirlerinden ve diğer anaçlardan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

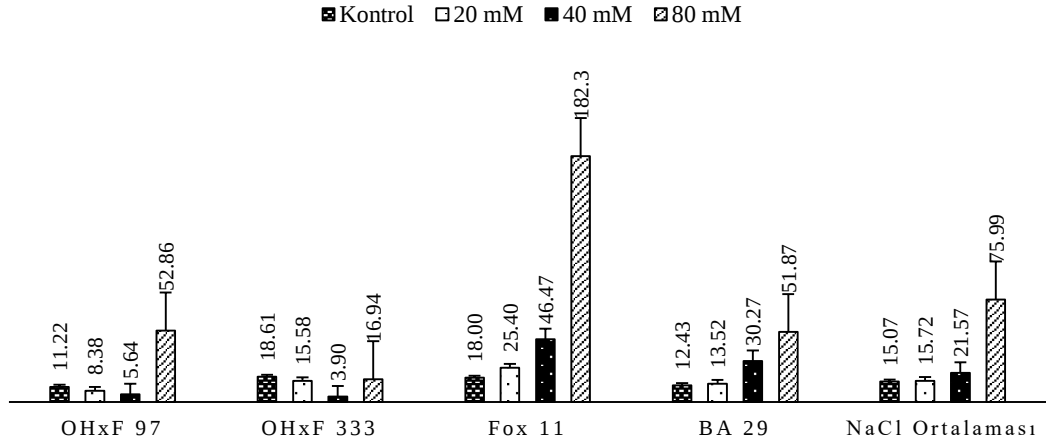
2017 yılında yapılan çalışmada, anaçların yapraklarındaki H_2O_2 miktarı $2.97 \mu\text{mol g}^{-1}$ (Fox 11, kontrol) ile $0.33 \mu\text{mol g}^{-1}$ (BA 29, 20 mM NaCl) arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). Yapraklardaki H_2O_2 miktarı; OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında NaCl uygulamaları ile azalış göstermiştir. OHxF 97 anacında tüm NaCl uygulamaları kontrol ($2.00 \mu\text{mol g}^{-1}$) grubunda farklı bulunmuştur. 80 mM ($0.49 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında her ne kadar en düşük H_2O_2 miktarı elde edilse de diğer NaCl dozları ile arasında fark belirlenmemiştir. OHxF 333 anacında kontrol ($2.50 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 20 mM ($2.42 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları arasında fark oluşmazken, 40 mM ($1.16 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($0.64 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında H_2O_2 miktarı önemli şekilde

azalmıştır. Fox 11 anacında en düşük H_2O_2 miktarı 80 mM ($0.91 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmış ve kontrol ($2.97 \mu\text{mol g}^{-1}$) ile 20 mM ($2.45 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarından farklı olduğu belirlenmiştir. 40 mM ($1.75 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları ile kontrol ve 20 mM NaCl uygulamaları arasında da istatistiksel fark tespit edilmiştir. BA 29 anacında ise H_2O_2 miktarı uygulamalara göre farklılık göstermemiştir. Ancak diğer anaçların aksine 40 mM ($0.45 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($0.49 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında H_2O_2 miktarı nispeten artmıştır. Uygulamalara göre anaçların H_2O_2 miktarları değerlendirildiğinde; tüm uygulamalarda en yüksek H_2O_2 miktarının Fox 11 anacında olduğu görülmüştür. Bu anaç kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında, OHxF 97 ile BA 29 anaçlarından önemli derecede farklı bulunmuştur (Çizelge 4.14).

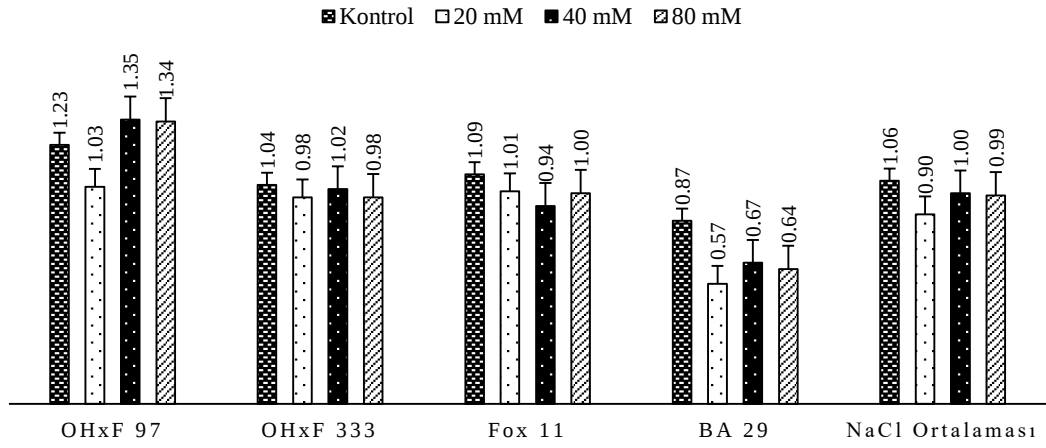
Uygulamaların genel ortalamalarında, NaCl konsantrasyonu arttıkça H_2O_2 miktarının azaldığı görülmüştür. En yüksek ve en düşük H_2O_2 miktarı sırasıyla kontrol ($1.97 \mu\text{mol g}^{-1}$) ile 80 mM ($0.63 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında saptanmış ve tüm uygulamaların farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Anaçların genel ortalama değerlerine göre Fox 11 ($2.02 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve OHxF 333 ($1.68 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçlarında en yüksek, BA 29 ($0.42 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında ise en düşük H_2O_2 miktarı elde edilmiştir. İlaveten Fox 11 ve OHxF 333 anaçları diğerlerinden, BA 29 anacı ise tüm anaçlardan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.14).

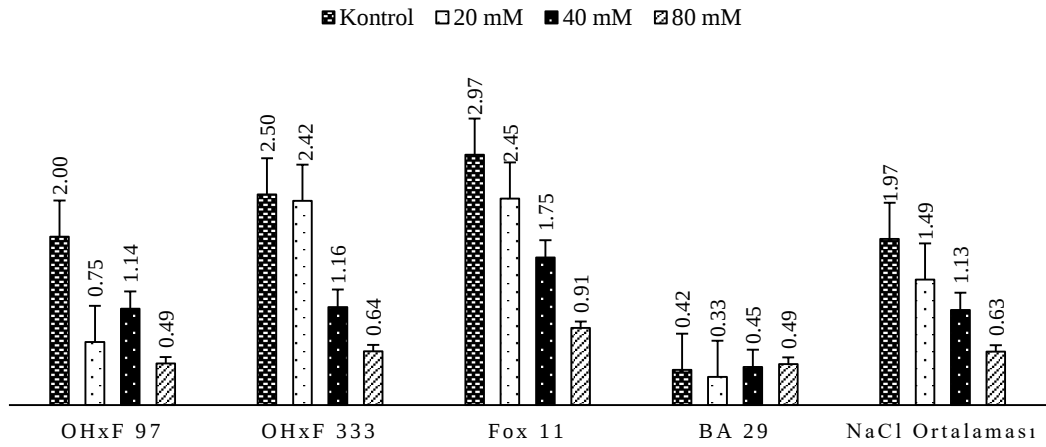
Aşağıda, 2017 yılında yapılan NaCl uygulamaları neticesinde yapraklardaki prolin, glisin betain ve H_2O_2 miktarındaki değişimler sırasıyla Şekil 4.37., 4.38. ve 4.39.'da ifade edilmiştir.



Şekil 4.37. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki prolin miktarı ($\mu\text{mol g}^{-1}$) üzerine etkisi



Şekil 4.38. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki glisin betain miktarı ($\mu\text{mol g}^{-1}$) üzerine etkisi



Şekil 4.39. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki H_2O_2 miktarı ($\mu\text{mol g}^{-1}$) üzerine etkisi

Araştırmada, 2018 yılında NaCl uygulamaları gerçekleştirilen anaçların yapraklarındaki prolin, glisin betain ve H₂O₂ miktarları ile istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te verilmiştir. Prolin miktarı açısından elde edilen değerler normal dağılım göstermediği için nonparametrik testler yapılmış ve sonuçlar Mann Whitney-U testi kullanılarak ikili karşılaştırma şeklinde ifade edilmiştir. 2018 yılında anaç yapraklarındaki prolin miktarının anaç ve uygulama faktörlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Yapraklardaki glisin betain miktarı bakımından, anaç × uygulama interaksyonu ve uygulama faktörü önemsiz bulunmuştur. Anaç faktörünün ise yapraklardaki glisin betain miktarını etkilediği saptanmıştır. Yapraklardaki H₂O₂ miktarının anaç × uygulama interaksyonu ile anaç faktöründen etkilenmediği, uygulama faktöründen ise etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında prolin (µmol g⁻¹), glisin betain (µmol g⁻¹) ve H₂O₂ (µmol g⁻¹) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar		Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
prolin (µmol pro g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	18.01C*1	23.68A1**	11.79B2	16.57AB1	17.51B***
	20 mM	44.04AB1	23.86A2	12.05B3	15.63B2	23.90 ^B
	40 mM	22.01C1	20.61A1	13.70B2	16.00AB1	18.08 ^B
	80 mM	83.86A2	25.03A2	232.15A1	35.54A2	94.15 ^A
	Ortalama	41.98 ^B	23.29 ^B	67.42 ^A	20.94 ^B	-
glisin betain (µmol gb g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	1.74A1	1.59A1	1.40A12	0.93A2	1.42 ^{Öd}
	20 mM	1.86A1	1.77A12	1.16A23	0.83A3	1.41
	40 mM	1.93A1	2.05A1	1.31A2	1.04A2	1.58
	80 mM	1.54A2	1.81A1	1.01A3	0.86A3	1.31
	Ortalama	1.77 ^A	1.81 ^A	1.22 ^B	0.92 ^C	-
H ₂ O ₂ (µmol H ₂ O ₂ g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	0.70A1	0.69A1	0.51A1	0.61A1	0.63 ^A
	20 mM	0.44A1	0.64A1	0.30A1	0.40B1	0.45 ^B
	40 mM	0.53A1	0.58A1	0.59A1	0.72A1	0.61 ^A
	80 mM	0.35A1	0.37A1	0.34A1	0.32B1	0.35 ^B
	Ortalama	0.51 ^{Öd}	0.57	0.44	0.51	-
Anaç		pro		gb		H ₂ O ₂
Uygulama		*		*		Öd
Anaç × Uygulama		*		Öd		*
		-		Öd		Öd

*Büyük harfler uygulamalar, **sayılar anaçlar, ***üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd:** Önemli değil.

2018 yılında yapılan çalışmada, anaçların yapraklarındaki prolin miktarları 232.15 µmol g⁻¹ (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 11.79 µmol g⁻¹ (Fox 11, kontrol) arasında

değişmiştir (Çizelge 4.15). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda prolin miktarı bakımından OHxF 97 anacında kontrol ($18.01 \mu\text{mol g}^{-1}$) grubu ile 20 mM ($44.04 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($83.86 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl arasında fark ortaya çıkmıştır. İlaveten NaCl uygulamaları içerisinde en düşük prolin miktarına sahip olan 80 mM NaCl uygulamasının da 20 mM ve 40 mM ($22.01 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarından farklı olduğu belirlenmiştir. OHxF 333 anacında prolin miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. Fox 11 anacında ise en yüksek prolin birikimi 80 mM ($232.15 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında görülmüş ve bu grubun diğer uygulamalardan farklı olduğu saptanmıştır. BA 29 anacında prolin miktarındaki farkın sadece 20 mM ($15.63 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($35.54 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları arasında olduğu belirlenmiştir. Uygulamalara göre anaçların prolin birikimleri ele alındığında; kontrol bitkilerinde en düşük miktara sahip olan Fox 11 ($11.79 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının OHxF anaçları ile arasında fark tespit edilmiştir. 20 mM NaCl uygulamalarında, kontrol grubuna benzer şekilde daha az prolin içeriğine sahip Fox 11 ($12.05 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının diğer anaçlardan farklı olduğu bulunmuştur. Ayrıca bu NaCl konsantrasyonunda en yüksek prolin birikimi gerçekleşen OHxF 97 ($44.04 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının da tüm anaçlardan farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. 40 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla en düşük ve en yüksek prolin miktarlarına sahip Fox 11 ($13.70 \mu\text{mol g}^{-1}$) ile OHxF 97 ($22.01 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçları arasında önemli şekilde fark ortaya çıkmıştır. 80 mM NaCl uygulamasına maruz kalan bitkilerde ise en fazla prolin birikimi Fox 11 ($232.15 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında görülmüş ve bu anaç diğer anaçlardan farklılık göstermiştir (Çizelge 4.15).

Uygulamaların genel ortalamalarında, 80 mM ($94.15 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarının prolin miktarı artmış ve diğer uygulamalara göre önemli derecede farklı bulunmuştur. Kontrol ($17.51 \mu\text{mol g}^{-1}$) ile 20 mM ($23.90 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 40 mM ($18.08 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları arasında ise prolin içeriğinin değişmediği görülmüştür (Çizelge 4.15).

Anaçların ortalama prolin miktarlarında ise Fox 11 ($67.42 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacının en yüksek içeriğe sahip olduğu ve tüm anaçlardan farklılık gösterdiği saptanmıştır. Diğer anaçlar arasında ise prolin birikimi arasında fark oluşmamıştır (Çizelge 4.15).

Araştırmada, 2018 yılında anaç yapraklarındaki glisin betain miktarları ise; $2.05 \mu\text{mol g}^{-1}$ (OHxF 333, 40 mM NaCl) ile $0.83 \mu\text{mol g}^{-1}$ (BA 29, 20 mM NaCl) arasında bulunmuştur. NaCl uygulamaları ile anaç yapraklarındaki glisin betain miktarı

değişmese de özellikle OHxF anaçlarının yapraklarında, NaCl uygulamaları sonucunda nispi değişimlerin olduğu görülmüştür. Uygulamalara göre anaçların glisin betain miktarı ele alındığında; kontrol grubunda en yüksek glisin betain içeriğinin OHxF anaçlarında olduğu ve BA 29 ($0.93 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacından farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında en yüksek içerik yine OHxF anaçlarında görülmüştür. Buna göre 20 mM NaCl uygulamalarında OHxF 97 ($1.86 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacı Fox 11 ($1.16 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve BA 29 ($0.83 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçlarından, OHxF 333 ($1.77 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacı ise BA 29 anacından farklı bulunmuştur. 40 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF anaçları diğerlerinden farklılık göstermiştir. 80 mM NaCl uygulamalarında, en yüksek glisin betain miktarı OHxF 333 ($2.05 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacında, en düşük ise sırasıyla BA 29 ($0.86 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve Fox 11 ($1.01 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçlarında saptanmıştır. Fox 11 ve BA 29 anaçları arasında fark oluşmazken, diğer anaçların birbirlerinden ve diğer anaçlardan farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

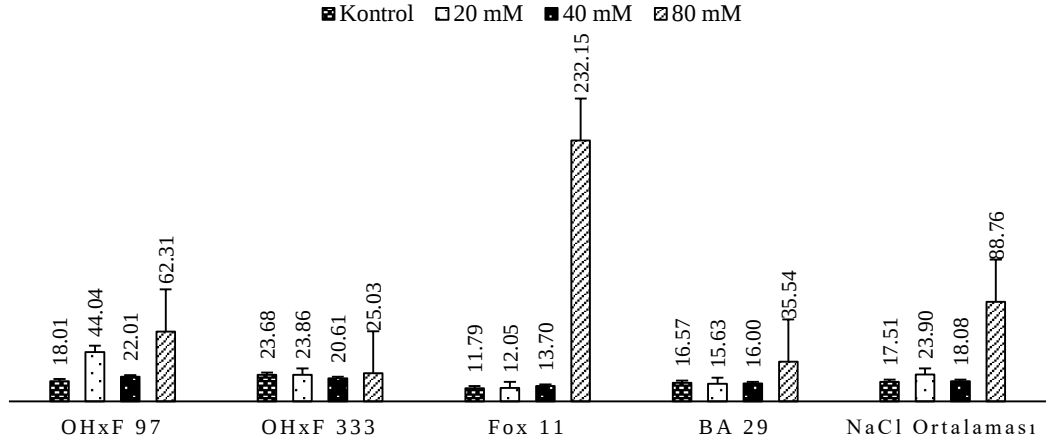
Uygulamaların ortalamaları arasında fark ortaya çıkmazken, anaçların ortalama glisin betain miktarlarına göre OHxF 97 ($1.77 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve OHxF 333 ($1.81 \mu\text{mol g}^{-1}$) anaçları en yüksek, BA 29 ($0.92 \mu\text{mol g}^{-1}$) anacı ise en düşük miktara sahip olarak diğer anaçlardan farklı bulunmuşlardır (Çizelge 4.15).

2018 yılı uygulamalarında anaçların yapraklarındaki H_2O_2 miktarının $0.72 \mu\text{mol g}^{-1}$ (BA 29, 40 mM NaCl) ile $0.30 \mu\text{mol g}^{-1}$ (Fox 11, 20 mM NaCl) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. NaCl uygulamalarına maruz kalan OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarının yapraklarında uygulamalara göre fark görülmesine de genelde 80 mM NaCl uygulamalarında H_2O_2 miktarı kontrol gruplarına göre azalmıştır. BA 29 anacında ise en yüksek H_2O_2 içeriği kontrol ($0.61 \mu\text{mol g}^{-1}$) ile 40 mM NaCl uygulamalarında belirlenmiş, 20 mM ($0.40 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($0.35 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. BA 29 anacında en düşük H_2O_2 miktarı ise 80 mM ($0.32 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında elde edilmiştir. Uygulamalara göre anaçların H_2O_2 miktarlarında değişim olmamıştır (Çizelge 4.15).

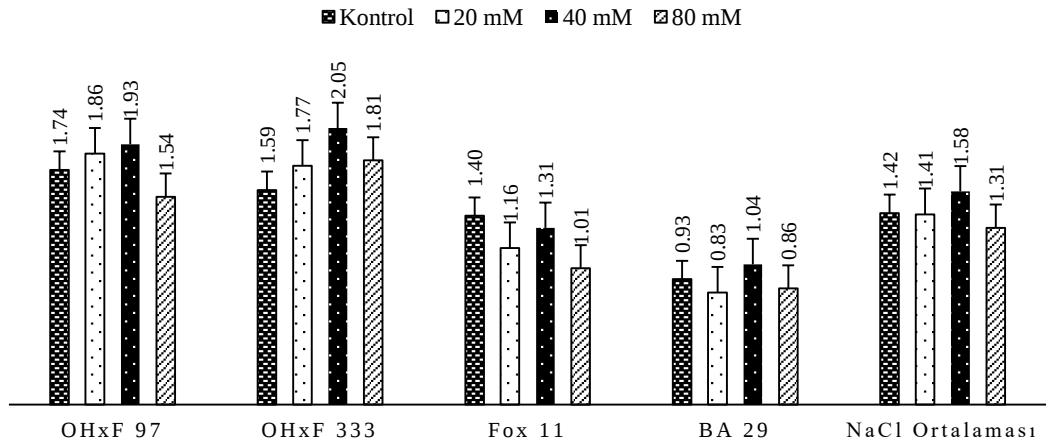
Uygulamaların ortalamalarına bakıldığında kontrol ($0.63 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 40 mM ($0.61 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları en yüksek, 20 mM ($0.45 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve 80 mM ($0.35 \mu\text{mol g}^{-1}$) NaCl uygulamaları ise en düşük H_2O_2 miktarlarına sahip olmuşlar ve aralarında önemli derecede farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Anaçların genel ortalamalarında ise H₂O₂ miktarı açısından önemli fark oluşmadığı ortaya çıkmıştır (izelge 4.15).

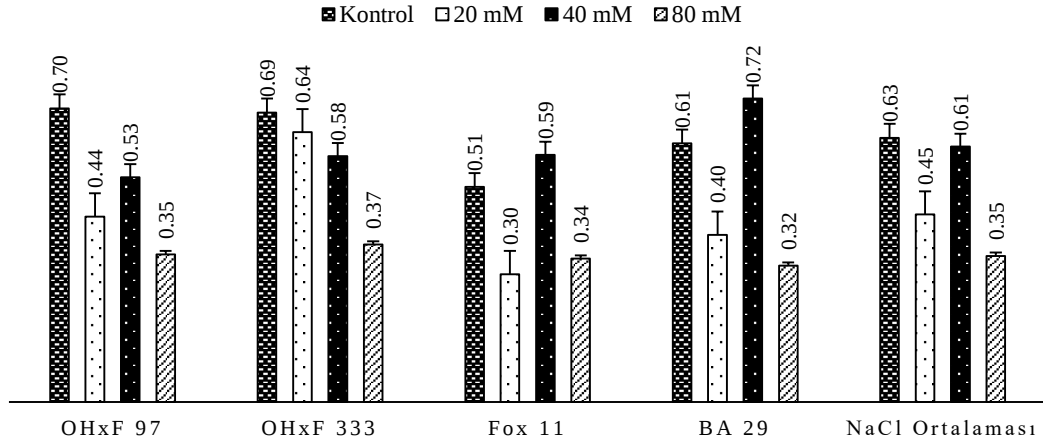
şekil 4.40., 4.41. ve 4.42.; 2018 yılında yapılan NaCl uygulamalarının anaç yapraklarındaki sırasıyla prolin, glisin betain ve H₂O₂ miktarına etkisini ifade etmektedir.



şekil 4.40. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki prolin miktarı (μmol g⁻¹) zerine etkisi



şekil 4.41. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki glisin betain miktarı (μmol g⁻¹) zerine etkisi



Şekil 4.42. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki H₂O₂ miktarı (µmol g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.3. NaCl stresinin yapraklardaki toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite üzerine etkisi

2017 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaç yapraklarının toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasite miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da sunulmuştur. Toplam fenolik madde miktarına ve toplam flavonoid içeriğine anaç × uygulama interaksyonu etki göstermemiş, sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde ifade edilmiştir. Toplam antioksidan kapasite miktarı ise anaç × uygulama interaksyonundan etkilenmiştir. Ayrıca bahsedilen tüm parametreler üzerine uygulama faktörünün önemsiz, anaç faktörünün önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.16. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında toplam fenolik bileşikler (mg g⁻¹), toplam flavonoid içeriği (mg g⁻¹) ve toplam antioksidan kapasite (mg g⁻¹) miktarı üzerine etkisi

		Anaçlar				
Uygulamalar		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
TFB (mg GAE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	23.46 ^{Öd}	23.82	32.07	31.86	27.80 ^{Öd}
	20 mM	23.82	24.94	29.83	30.29	27.22
	40 mM	25.88	22.78	29.49	29.44	26.90
	80 mM	24.29	26.99	24.81	32.11	27.05
	Ortalama	24.37 ^{B****}	24.63 ^B	29.05 ^A	30.93 ^A	-
TFİ (mg RE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	66.05A**2	63.69A2***	70.54A2	160.09A1	90.09 ^{Öd}
	20 mM	69.98A2	66.81A2	70.40A2	149.53A1	89.18
	40 mM	67.87A2	61.00A2	73.08A2	139.56A1	85.38
	80 mM	64.85A2	67.51A2	61.31B2	166.87A1	90.12
	Ortalama	67.19 ^B	64.75 ^B	68.83 ^B	154.01 ^A	-
TAK (mg AAE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	26.41f*	26.48f	30.56cd	41.51ab	31.24 ^{Öd}
	20 mM	29.43cde	27.83ef	30.66cd	39.01b	31.73
	40 mM	28.09def	27.11ef	30.89c	40.37ab	31.62
	80 mM	28.12def	28.28def	28.13def	42.55a	31.77
	Ortalama	28.01 ^C	27.43 ^C	30.06 ^B	40.86 ^A	-
		TFB	TFİ		TAK	
Anaç		*	*		*	
Uygulama		Öd	Öd		Öd	
Anaç × Uygulama		Öd	Öd		*	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üstü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Çalışmada 2017 yılında anaç yapraklarındaki toplam fenolik bileşiklerin miktarları 32.11 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 22.78 mg g⁻¹ (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında değişmiştir. 2017 yılında, tüm anaçlarda toplam fenolik bileşik miktarı NaCl uygulamalarından etkilenmemiştir. Her ne kadar kontrol uygulamalarına kıyasla özellikle 80 mM NaCl uygulamalarında OHxF ve BA 29 anaçlarında miktarsal artışlar görülse de bu artışların önemli olmadığı ortaya çıkmıştır. Fox 11 anacında ise diğer anaçlara kıyasla 80 mM (24.81 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında önemsiz şekilde diğer uygulamalara göre toplam fenolik madde miktarının azaldığı belirlenmiştir. Uygulamalara göre anaçlar incelendiğinde, genelde en yüksek toplam fenolik madde miktarına BA 29 anacının sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.16).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre toplam fenolik bileşik miktarının NaCl uygulamalarından etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Anaçların ortalama toplam fenolik bileşik miktarları ele alındığında ise en fazla içerik BA 29 (30.93 mg g⁻¹) ve Fox 11 (29.05 mg g⁻¹) anaçlarında, en az içeriğın OHxF (OHxF 97; 24.37 mg g⁻¹, OHxF 333; 24.63 mg g⁻¹) anaçlarında ortaya çıktığı, bu anaçların birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur (izelge 4.16).

2017 yılında toplam flavonoid ieriğının 166.87 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 61.00 mg g⁻¹ (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. NaCl uygulamalarının OHxF 97, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında toplam flavonoid miktarına etkisi olmadığı görölmüştür. Fox 11 anacında ise kontrol (70.54 mg g⁻¹) uygulamasına göre 20 mM (70.40 mg g⁻¹) ve 40 mM (73.08 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında toplam flavonoid içeriğı değişmezken, 80 mM (61.31 mg g⁻¹) NaCl uygulamasında içerik önemli derecede azalış göstererek tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların toplam flavonoid miktarları ele alındığında tüm uygulamalarda BA 29 anacının en yüksek miktarlara sahip olarak diğer anaçlardan farklı olduğu ortaya çıkmıştır (izelge 4.16).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde toplam flavonoid ieriğının uygulamalardan etkilenmediğı belirlenmiştir (izelge 4.16).

Anaçların ortalamalarında ise en yüksek flavonoid içeriğine BA 29 (154.01 mg g⁻¹) anacı sahip olmuş ve tüm anaçlardan farklılık göstermiştir (izelge 4.16).

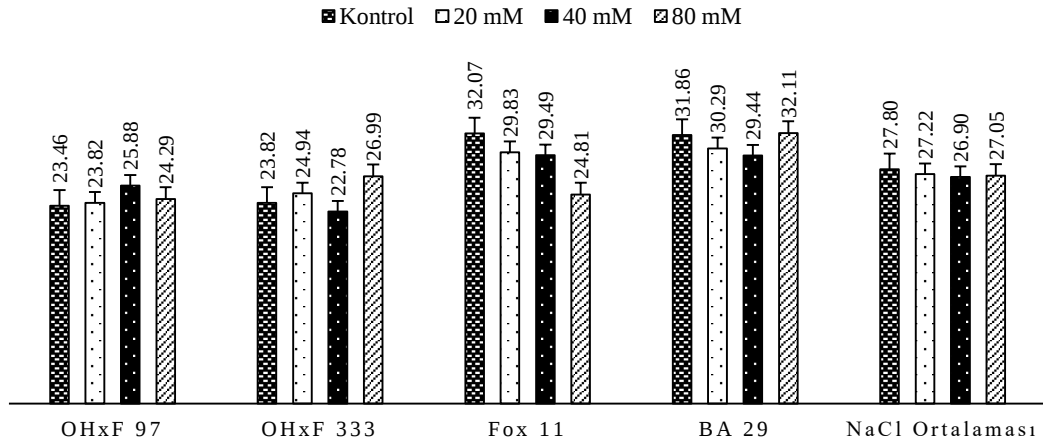
2017 yılı uygulamaları sonucunda anaç yapraklarının toplam antioksidan kapasite miktarları 42.55 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 26.41 mg g⁻¹ (OHxF 97, kontrol) arasında bulunmuştur. 2017 yılı sonuçlarına göre, OHxF 97 anacında, en düşük toplam antioksidan kapasite miktarı kontrol (26.41 mg g⁻¹) uygulamasında saptanmış ve 20 mM NaCl (29.43 mg g⁻¹) uygulamaları ile arasında fark belirlenmiştir. OHxF 333 anacında, toplam antioksidan kapasiteye uygulamaların önemli etkisi olmazken, nispeten daha düşük miktar kontrol (26.48 mg g⁻¹) bitkilerinde görölmüştür. Fox 11 anacında, en yüksek ve en düşük toplam antioksidan kapasite miktarı sırasıyla 40 mM (30.89 mg g⁻¹) ve 80 mM (28.13 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu uygulamalar arasında önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir. BA 29 anacında, en yüksek toplam antioksidan aktivite 80 mM (42.55 mg g⁻¹) NaCl uygulanan bitkilerde belirlenmiş ve bu grup ile 20 mM (39.01 mg g⁻¹) NaCl

uygulamaları arasında fark bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların toplam antioksidan kapasiteleri ele alındığında, en yüksek miktarlar tüm uygulamalarda BA 29 anacında görülmüştür (Çizelge 4.16).

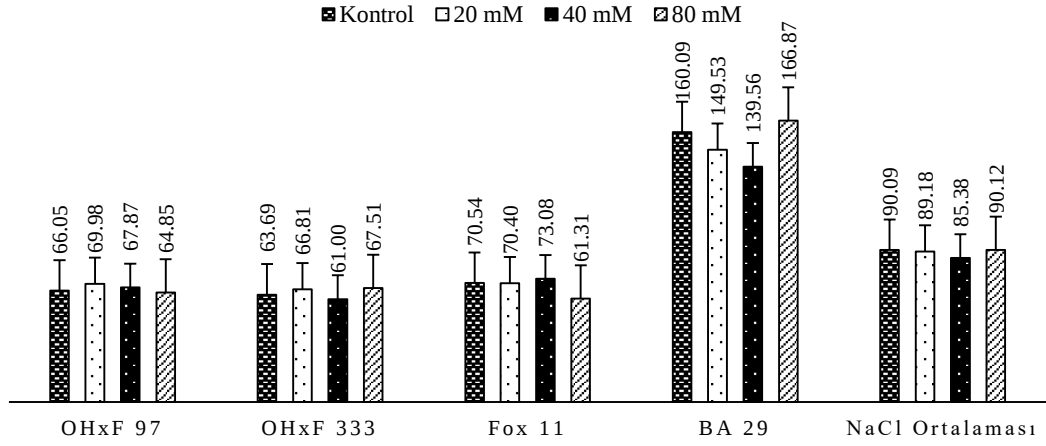
Uygulamaların genel ortalamalarına göre toplam antioksidan kapasitenin değişmediği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.16).

Anaçların ortalamaları değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam antioksidan kapasiteye BA 29 (40.86 mg g^{-1}) anacı sahip olmuş ve diğer anaçlardan farklı bulunmuştur. Ayrıca en düşük toplam antioksidan kapasite saptanan OHxF (OHxF 97; 28.01 mg g^{-1} , OHxF 333; 27.43 mg g^{-1}) anaçları da diğer anaçlardan farklılık göstermiştir (Çizelge 4.16).

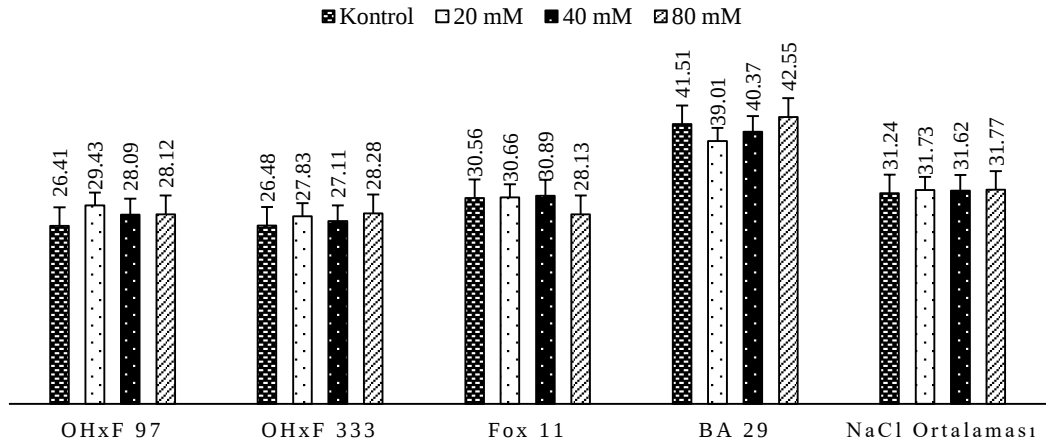
Aşağıdaki şekiller 2017 yılında yapılan NaCl uygulamaları sonucunda yapraklarda meydana gelen toplam fenolik madde miktarı (Şekil 4.43), toplam flavonoid içeriği (Şekil 4.44) ve toplam antioksidan kapasite (Şekil 4.45) değişimlerini belirtmektedir.



Şekil 4.43. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam fenolik bileşik miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.44. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam flavonoid içeriği (mg g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.45. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam antioksidan kapasite miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi

2018 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasite miktarına dair değişimler Çizelge 4.17.'de sunulmuştur. 2018 yılında bahsedilen tüm parametrelerde anaç × uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş ve sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. İlaveten anaç yapraklarındaki toplam fenolik bileşikler ve toplam flavonoid miktarının anaç faktöründen, toplam antioksidan kapasite miktarının ise hem anaç hem de uygulama faktöründen etkilendiği görülmüştür.

Çizelge 4.17. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında toplam fenolik bileşikler (mg g⁻¹), toplam flavonoid içeriği (mg g⁻¹) ve toplam antioksidan kapasite (mg g⁻¹) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar		Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
TFB (mg GAE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	30.99A*2	31.32A2**	35.01A1	37.37A1	33.67 ^{Öd}
	20 mM	31.41A1	33.53A1	36.65A1	37.19A1	34.70
	40 mM	30.03A3	31.96A23	35.64A12	38.04A1	33.92
	80 mM	30.11A3	34.37A2	37.69A1	38.18A1	35.09
	Ortalama	30.64C***	32.79 ^B	36.25 ^A	37.70 ^A	-
TFİ (mg RE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	66.53A2	67.32A2	66.70A2	137.31A1	84.44 ^{Öd}
	20 mM	66.55A2	73.56A2	71.87A2	136.42A1	87.10
	40 mM	64.67A2	67.53A2	69.33A2	125.51A1	81.76
	80 mM	66.01A2	72.07A2	75.46A2	141.72A1	88.82
	Ortalama	65.94 ^B	70.12 ^B	70.84 ^B	135.22 ^A	-
TAK (mg AAE g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	41.61A2	41.29B2	44.38B2	56.18A1	45.87 ^B
	20 mM	45.14A2	42.74B2	47.10AB2	57.85A1	48.21 ^A
	40 mM	45.49A2	44.66A2	44.63B2	57.21A1	48.04 ^A
	80 mM	42.93A3	46.23A23	48.68A2	59.58A1	49.36 ^A
	Ortalama	43.79 ^B	43.73 ^B	46.20 ^B	57.71 ^A	-
		TFB		TFİ		TAK
Anaç		*		*		*
Uygulama		Öd		Öd		*
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		Öd

*Büyük harfler uygulamalar; ** sayılar anaçlar; *** üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2018 yılı NaCl uygulamalarına göre toplam fenolik bileşik miktarının 38.18 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 30.03 mg g⁻¹ (OHxF 97, 40 mM NaCl) arasında olduğu saptanmıştır. NaCl uygulamalarının anaç yapraklarında toplam fenolik bileşik miktarına etkisi olmadığı anlaşılmıştır. OHxF 97 anacında, 40 mM (30.03 mg g⁻¹) ve 80 mM (30.11 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında toplam fenolik bileşik miktarı kontrol (30.99 mg g⁻¹) grubuna göre azalırken, OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında ise tersi bir durum oluşmuş ve nispeten artış göstermiştir. Ancak ortaya çıkan bu değişimlerin önemli olmadıkları belirlenmiştir. Uygulamalara göre anaçlar değerlendirildiğinde, tüm uygulamalarda en yüksek ve en düşük toplam fenolik madde bileşik miktarının sırasıyla BA 29 ve OHxF 97 anaçlarında ortaya çıktığı bulunmuştur. Kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarında BA 29 ve Fox 11 anaçları OHxF anaçlarından önemli derecede farklı görülmüştür. 40 mM NaCl stresinde ise OHxF 97 anacında en düşük miktar belirlenmiş, Fox 11 (35.64 mg g⁻¹) ve BA 29 (38.04 mg g⁻¹) anaçlarından farklı bulunmuştur. OHxF 333 (31.96 mg g⁻¹) anacı da BA 29 anacından

istatistik olarak ayrılmıştır. Ayrıca 80 mM NaCl uygulamalarında da OHxF 97 (30.11 mg g⁻¹) anacı en düşük toplam fenolik bileşik miktarına sahip olarak diğer anaçlardan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre, toplam fenolik bileşik miktarının NaCl uygulamalarından etkilenmediği saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Anaçların ortalama toplam fenolik bileşik miktarı değerlendirildiğinde, en yüksek içeriğin BA 29 (37.70 mg g⁻¹), en düşük içeriğin ise OHxF 97 (30.64 mg g⁻¹) anacında olduğu, OHxF anaçlarının BA 29 (37.70 mg g⁻¹) ile Fox 11 (36.25 mg g⁻¹) anaçlarından farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Denemede, anaçların yapraklarındaki toplam flavonoid içeriği 2018 yılında 141.72 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 64.67 mg g⁻¹ (OHxF 97, 40 mM NaCl) arasında değişmiştir. Uygulamaların anaçların yapraklarındaki toplam flavonoid içeriğinde önemli değişime neden olmadığı görülmüştür. OHxF 97 anacının 80 mM (66.01 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında kontrol (66.53 mg g⁻¹) gruplarına kıyasla nispeten azalış, diğer anaçlarda ise nispi miktarda artış olduğu saptanmıştır. Ancak tüm anaçlardaki değişimlerin önemli olmadığı belirlenmiştir. Uygulamaların anaçlar üzerindeki etkileri ele alındığında tüm uygulamalarda BA 29 anacının en yüksek toplam flavonoid içeriğine sahip olarak diğer anaçlardan farklı olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.17).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre toplam flavonoid içeriğinin NaCl uygulamaları ile değişmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Anaçların ortalama flavonoid içeriklerinde BA 29 (135.22 mg g⁻¹) anacı en yüksek içeriğe sahip olmuş ve diğer anaçlardan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.17).

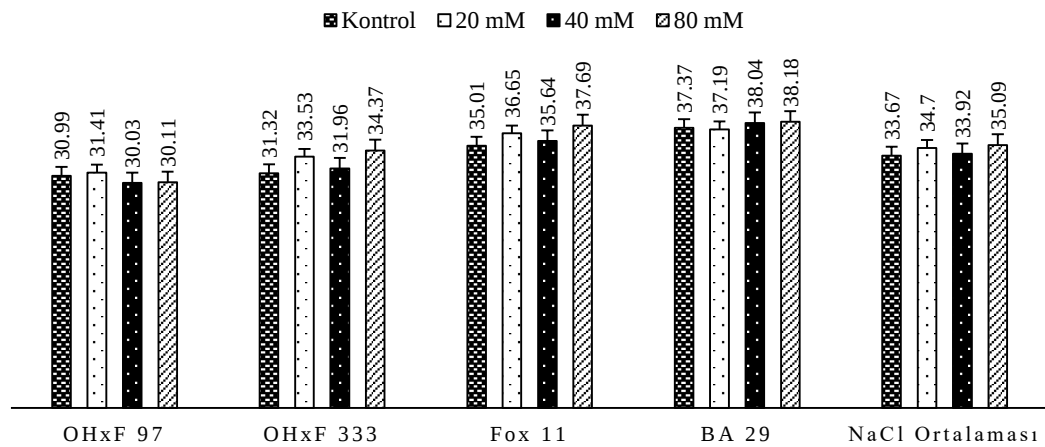
2018 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamalarına göre anaç yapraklarında toplam antioksidan kapasite miktarı 59.58 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 41.29 mg g⁻¹ (OHxF 333, kontrol) arasında bulunmuştur. Toplam antioksidan kapasite miktarı OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında uygulamalardan etkilenmemiştir. OHxF 333 anacının 40 mM (44.66 mg g⁻¹) ve 80 mM (46.23 mg g⁻¹) NaCl uygulamaları neticesinde toplam antioksidan kapasite miktarı kontrol (41.29 mg g⁻¹) ve 20 mM (42.74 mg g⁻¹)

uygulamalarına göre önemli şekilde artış göstermiştir. Fox 11 anacında da benzer bir artış ortaya çıkmış ve 80 mM (48.68 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları, kontrol (44.38 mg g^{-1}) ile 40 mM (44.63 mg g^{-1}) uygulamalarından farklı bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların toplam antioksidan kapasite miktarları karşılaştırıldığında; tüm uygulamalarda BA 29 anacı diğer anaçlardan farklılık göstermiştir. 80 mM NaCl uygulamalarında ise BA 29 (59.58) anacının diğer anaçlara göre farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca en düşük toplam antioksidan kapasiteye sahip olan OHxF 97 (42.93 mg g^{-1}) anacı, Fox 11 (48.68 mg g^{-1}) anacına göre de farklılık göstermiştir (Çizelge 4.17).

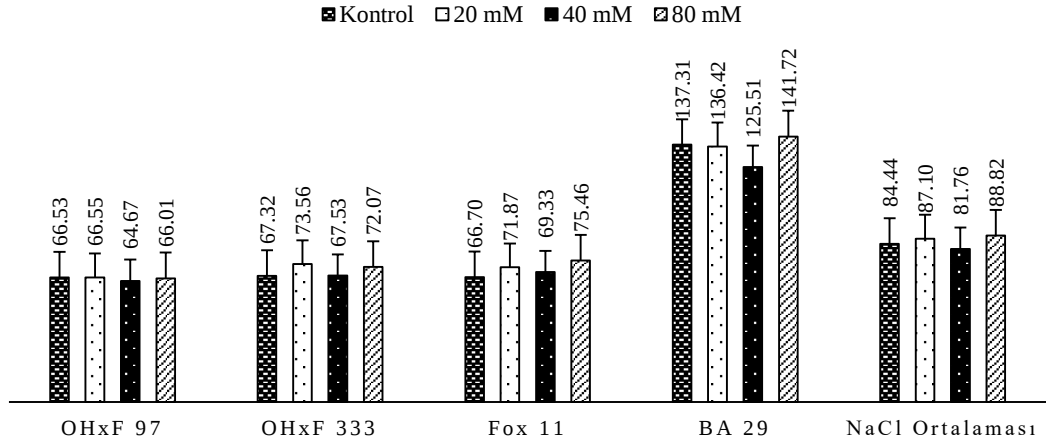
Uygulamaların genel ortalamalarında en düşük toplam antioksidan kapasite kontrol (45.87 mg g^{-1}) grubunda görülmüş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. İlâveten 80 mM (49.36 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında nispeten daha yüksek toplam antioksidan kapasite miktarı belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Anaçların genel ortalamalarında ise en yüksek toplam antioksidan kapasite BA 29 (57.71 mg g^{-1}) anacında belirlenmiş ve tüm anaçlar ile arasında fark oluşmuştur (Çizelge 4.17).

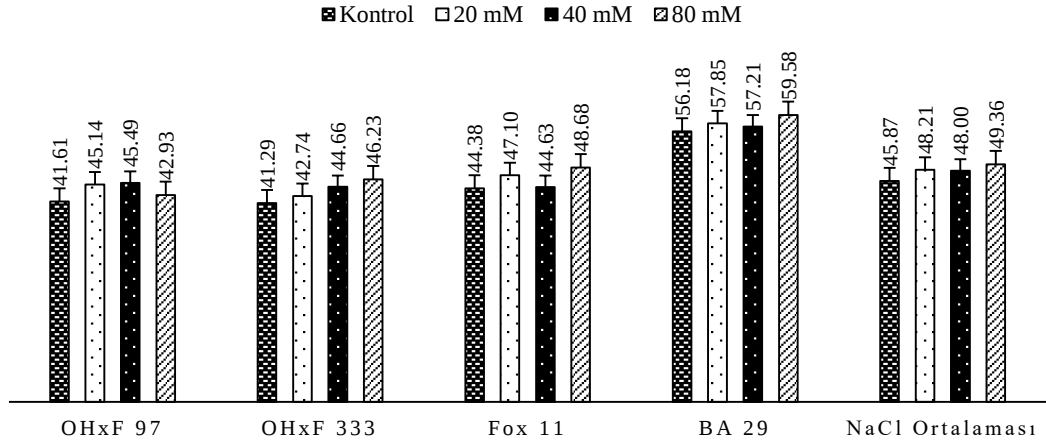
Şekil 4.46., 4.47. ve 4.48. 2018 yılında yapılan NaCl uygulamalarının sırasıyla yapraklardaki toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasite üzerine etkisini göstermektedir.



Şekil 4.46. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam fenolik bileşik miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.47. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam flavonoid içeriği (mg g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.48. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki toplam antioksidan kapasite miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.4. NaCl stresinin yapraklardaki fenolik bileşiklerin miktarı üzerine etkisi

2017 ve 2018 yıllarında NaCl uygulamaları neticesinde anaçların yapraklarında arbutin, gallik asit, kateşin, epikateşin, klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, rutin ve kuersitrin bileşiklerinin miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar alt başlıklar şeklinde sunulmuştur.

4.3.4.1. NaCl stresinin yapraklardaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarı üzerine etkisi

2017 yılında gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde anaçların yapraklarındaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarları ile istatistik analiz sonuçları

Çizelge 4.18.'de sunulmuştur. 2017 yılında arbutin miktarı bakımından anaç × uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri istatistik anlamda önemli bulunmuştur. Gallik asit miktarına anaç × uygulama interaksyonu etki etmemiş ve sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Kateşin ve epikateşin miktarlarında elde edilen veriler normal dağılım göstermediği için nonparametrik testler yapılmış ve sonuçlar Mann Whitney-U testi kullanılarak ikili karşılaştırma şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarlarına anaç faktörünün etkisi önemli, uygulama faktörünün etkisi önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki arbutin (mg g^{-1}), gallik asit (mg g^{-1}), kateşin (mg g^{-1}) ve epikateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Arbutin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	18.07d*	21.31cd	38.27a	4.16e	20.45 ^{AB****}
	20 mM	24.18c	24.30c	37.03ab	5.18e	22.67 ^A
	40 mM	22.63cd	22.48cd	31.93b	3.33e	20.09 ^{AB}
	80 mM	19.13cd	22.76cd	24.63c	4.16e	17.67 ^B
	Ortalama	21.00 ^B	22.71 ^B	32.96 ^A	4.21 ^C	-
Gallik asit (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	0.99A ^{**3}	1.55A2 ^{***}	2.32A1	0.34A4	1.30 ^{Öd}
	20 mM	1.60A2	1.72A12	2.15A1	0.33A3	1.45
	40 mM	1.53A1	1.53A1	1.93A1	0.12B2	1.28
	80 mM	1.14A2	1.46A12	1.79A1	0.26A3	1.16
	Ortalama	1.32 ^C	1.57 ^B	2.05 ^A	0.26 ^D	-
Kateşin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	0.50AB2	-	1.32A1	0.36A2	0.72 ^{Öd}
	20 mM	0.45AB2	-	1.48A1	-	0.95
	40 mM	0.42B3	0.64A2	1.43A1	-	0.83
	80 mM	0.66A1	0.65A1	0.69B1	0.27B2	0.57
	Ortalama	0.50 ^{BC}	0.64 ^B	1.23 ^A	0.31 ^C	-
Epikateşin(mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	0.51A2	0.48AB2	0.55B2	5.52A1	1.76 ^{Öd}
	20 mM	0.48A4	0.61A3	0.82AB23	3.05A1	1.24
	40 mM	0.59A3	0.61A3	1.01A2	3.65A1	1.47
	80 mM	0.49A23	0.45B3	0.80B2	3.37A1	1.27
	Ortalama	0.52 ^B	0.54 ^B	0.80 ^B	3.90 ^A	-
		Arbutin	Gallik asit	Kateşin	Epikateşin	
Anaç		*	*	*	*	
Uygulama		*	Öd	Öd	Öd	
Anaç × Uygulama		*	Öd	-	-	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2017 yılında, anaçların yapraklarındaki arbutin miktarları 3.33 mg g^{-1} (BA 29, 40 mM NaCl) ile 38.27 mg g^{-1} (Fox 11, kontrol) arasında değişim göstermiştir. 2017 yılı uygulamalarına göre OHxF 97 anacında arbutin miktarı kontrol (18.07 mg g^{-1}), 40 mM (22.63 mg g^{-1}) ve 80 mM (19.13 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında benzer bulunmuştur. Ancak 20 mM (24.18 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında, kontrole göre arbutin miktarı önemli miktarda artmıştır. OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında arbutin miktarının uygulamalara göre değişmediği tespit edilmiştir. Fox 11 anacında ise NaCl konsantrasyonu arttıkça arbutin miktarı azalmış, 80 mM (24.63 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarının tüm uygulamalardan, 40 mM (31.93 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarının ise kontrol grubundan farklı olduğu belirlenmiştir. Armut anaçlarına kıyasla ayva anaçlarında arbutin miktarı çok daha düşük bulunmuş ve uygulamalar arasında fark elde edilmemiştir. Uygulamalara göre armut anaç yapraklarındaki arbutin miktarları incelendiğinde; kontrol, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında en yüksek miktarlar Fox 11 anacında belirlenmiştir. 80 mM NaCl uygulamasında ise armut anaçları arasında fark saptanmamıştır (Çizelge 4.18).

Uygulamaların ortalamalarına göre arbutin miktarı en yüksek 20 mM (22.67 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında, en düşük ise 80 mM (17.67 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmış ve bu iki uygulama arasındaki fark önem taşımıştır (Çizelge 4.18).

Anaçların ortalamalarına göre ise Fox 11 (32.96 mg g^{-1}) anacının en yüksek, BA 29 (4.21 mg g^{-1}) anacının ise en düşük arbutin miktarına sahip olarak diğer anaçlardan farklı oldukları bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çalışmada, 2017 yılında anaç yapraklarındaki gallik asit miktarı 0.12 mg g^{-1} (BA 29, 40 mM NaCl) ile 2.32 mg g^{-1} (Fox 11, kontrol) arasında belirlenmiştir. 2017 yılı uygulamalarının gallik asit üzerine etkisi ele alındığında; armut anaçlarında uygulamalara göre değişim olmadığı görülmüştür. BA 29 anacında ise 40 mM (0.12 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında gallik asit miktarı azalarak diğer tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Uygulamaların anaç yapraklarındaki gallik asit miktarına etkisi değerlendirildiğinde, tüm uygulamalarda en yüksek içerik Fox 11 anacında belirlenmiştir. Kontrol uygulamalarında tüm anaçların birbirlerinden farklı oldukları görülmüş ve en düşük gallik asit miktarı BA 29 (0.34 mg g^{-1}) anacında ortaya çıkmıştır. 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında birbirine benzer sonuçlar saptanmış en

yüksek miktara sahip Fox 11 anacının OHxF 97 ve BA 29 anaçlarından, en düşük içeriğe sahip BA 29 anacının ise tüm anaçlardan farklılık taşıdığı tespit edilmiştir. 40 mM NaCl uygulamasında ise BA 29 anacı tüm anaçlardan farklı olurken, diğer anaçlar arasında fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.18).

Uygulamaların genel ortalamalarına göre NaCl faktörünün gallik asit miktarını etkilemediği saptanmıştır. Ancak özellikle 80 mM (1.16 mg g⁻¹) NaCl uygulamaları nispeten gallik asit miktarını azaltmıştır (Çizelge 4.18).

Anaçların genel gallik asit miktarları değerlendirildiğinde, tüm anaçlar arasında fark bulunduğu, en yüksek içeriğe sırasıyla Fox 11 (2.05 mg g⁻¹), OHxF 333 (1.57 mg g⁻¹), OHxF 97 (1.32 mg g⁻¹) ve BA 29 (0.26 mg g⁻¹) anaçlarının sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.18).

2017 yılında anaç yapraklarındaki kateşin miktarları 0.27 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 1.49 mg g⁻¹ (Fox 11, 20 mM NaCl) arasında değişmiştir. OHxF 333 anacının kontrol ve 20 mM NaCl uygulamaları ile BA 29 anacının 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında kateşin miktarı belirlenememiştir. OHxF 97 anacında en yüksek kateşin miktarının saptandığı 80 mM (0.66 mg g⁻¹) NaCl uygulamaları ile 40 mM (0.42 mg g⁻¹) NaCl uygulamaları arasında fark olduğu görülmüştür. Fox 11 anacında ise en düşük kateşin miktarı 80 mM (0.69 mg g⁻¹) NaCl uygulamasında görülmüş ve tüm uygulamalardan farklılık göstermiştir. BA 29 anacında kateşin miktarının 80 mM (0.27 mg g⁻¹) NaCl uygulamasında, kontrol (0.36 mg g⁻¹) grubuna kıyasla azaldığı ortaya çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların kateşin miktarları değerlendirildiğinde; tüm uygulamalarda en yüksek kateşin miktarı Fox 11 anacında belirlenmiştir. İlaveten kontrol, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 anacı tüm anaçlardan önemli derecede farklılık göstermiştir. 40 mM NaCl uygulamalarında en düşük kateşin miktarı saptanan OHxF 97 (0.42 mg g⁻¹) anacının da kateşin saptanan diğer anaçlar ile arasında fark ortaya çıkmıştır. 80 mM NaCl uygulamalarında ise en düşük kateşin miktarı BA 29 (0.27 mg g⁻¹) anacında belirlenmiş ve tüm anaçlardan farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.18).

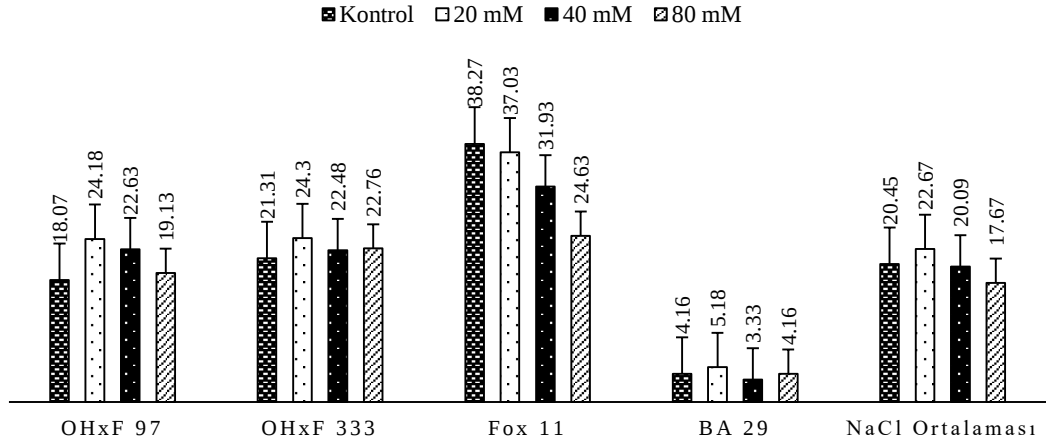
Uygulamaların ortalamaları değerlendirildiğinde NaCl faktörünün kateşin miktarını etkilemediği bulunsada, tüm NaCl uygulamalarında kontrole göre miktarın nispeten azaldığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.18).

Anaçların ortalamalarında ise, kateşin miktarı en yüksek Fox 11 (1.23 mg g^{-1}) anacında, en düşük BA 29 (0.31 mg g^{-1}) anacında görülmüş, ilaveten Fox 11 anacının tüm anaçlardan farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

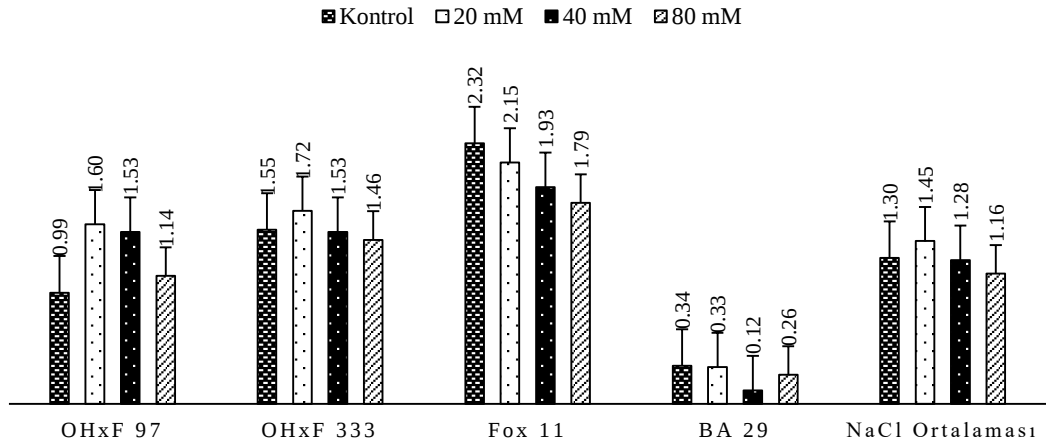
2017 yılında anaç yapraklarında epikateşin miktarları incelendiğinde; 5.52 mg g^{-1} (BA 29, kontrol) ile 0.45 mg g^{-1} (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 2017 yılında OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında epikateşin miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. OHxF 333 anacının 80 mM (0.45 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında en düşük epikateşin miktarı ortaya çıkmış ve 20 mM (0.61 mg g^{-1}) ve 40 mM (0.61 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. Fox 11 anacında ise en yüksek epikateşin miktarına sahip olan 40 mM (1.01 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları ile kontrol (0.55 mg g^{-1}) ve 80 mM (0.80 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları arasında fark görülmüştür. Uygulamalara göre anaçların epikateşin miktarları ele alındığında, en yüksek miktarların BA 29 anacında ve en düşük miktarların ise OHxF anaçlarında olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.18).

Uygulamaların genel ortalamalarında fark bulunmazken, anaçların genel ortalama epikateşin miktarları değerlendirildiğinde BA 29 (3.90 mg g^{-1}) anacının daha fazla miktara sahip olarak diğer anaçlardan farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18).

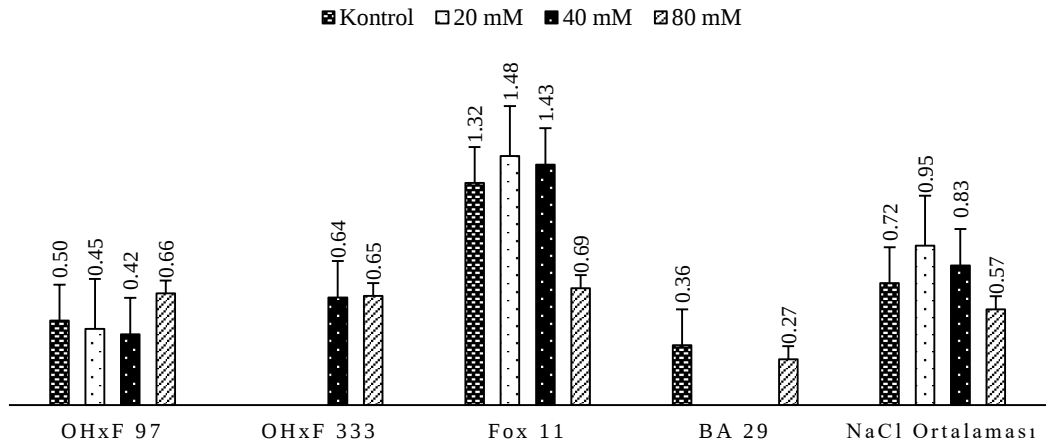
2017 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamalarının yapraklardaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarı üzerine etkisi sırasıyla Şekil 4.49., 4.50., 4.51. ve 4.52.'de verilmiştir.



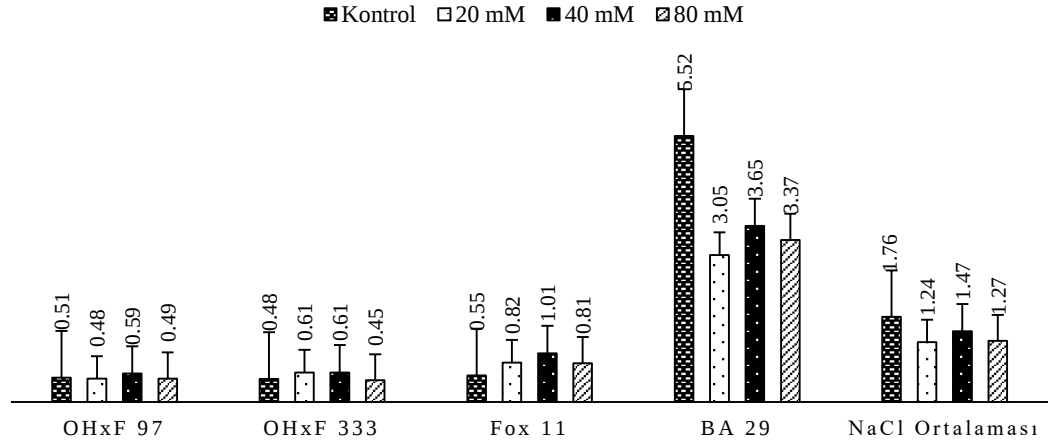
Şekil 4.49. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki arbutin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.50. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki gallik asit miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.51. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kateşin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.52. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki epikateşin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi

Çizelge 4.19.; 2018 yılı NaCl uygulamaları sonucunda anaç yapraklarındaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarları ile istatistik analiz sonuçlarını göstermektedir. Arbutin ve epikateşin miktarları üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş, sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Ayrıca arbutin miktarı anaç ve uygulama faktöründen etkilenirken, epikateşin miktarı sadece anaç faktöründen etkilenmiştir. Gallik asit miktarı bakımından ise anaç uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri istatistik anlamda önemli bulunmuştur. Kateşin miktarında veriler normal dağılım göstermediğinden nonparametrik testler uygulanmış ve sonuçlar Mann Whitney-U testi kullanılarak ikili karşılaştırma şeklinde sunulmuştur.

Çizelge 4.19. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki arbutin (mg g^{-1}), gallik asit (mg g^{-1}), kateşin (mg g^{-1}) ve epikateşin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Arbutin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	29.59A**2	32.62A2***	39.69A1	5.29B3	26.80A****
	20 mM	26.68A2	29.93A2	42.73A1	5.06C3	26.10 ^{AB}
	40 mM	23.44A2	28.30A2	36.63A1	5.06C3	23.36 ^C
	80 mM	24.57A2	29.62A2	36.94A1	5.63A3	24.19 ^{BC}
	Ortalama	26.07 ^C	30.12 ^B	39.00 ^A	5.26 ^D	-
Gallik asit (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	1.63ef*	1.86bcd	2.20a	0.86g	1.64 ^A
	20 mM	1.58f	1.77de	2.33a	0.79g	1.62 ^{AB}
	40 mM	1.53f	1.83cd	1.96bc	0.78g	1.52 ^C
	80 mM	1.57f	1.70def	2.02b	0.90g	1.54 ^{BC}
	Ortalama	1.58 ^C	1.79 ^B	2.13 ^A	0.83 ^D	-
Kateşin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	-	-	1.84A1	0.43AB2	1.14 ^{Od}
	20 mM	-	0.79A2	1.63A1	0.36B3	0.81
	40 mM	-	0.68A2	1.82A1	0.49A3	1.00
	80 mM	-	0.71A2	1.61A1	0.14C3	0.82
	Ortalama	-	0.73 ^B	1.73 ^A	0.36 ^C	-
Epikateşin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	0.91A2	1.08A2	0.46A2	12.39A1	3.71 ^{Od}
	20 mM	0.58B2	1.34A2	0.71A2	14.16A1	4.20
	40 mM	0.50B2	1.03A2	0.75A2	12.90A1	3.79
	80 mM	0.50B2	0.78A2	0.64A2	12.13A1	3.51
	Ortalama	0.62 ^B	1.06 ^B	0.64 ^B	12.90 ^A	-
		Arbutin	Gallik asit	Kateşin	Epikateşin	
Anaç	*	*	*	*	*	
Uygulama	*	*	*	Öd	Öd	
Anaç × Uygulama	Öd	*	*	-	Öd	

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd:** Önemli değil.

2018 yılında, anaç yapraklarının arbutin miktarları 5.06 mg g^{-1} (BA 29, 20 mM ve 40 mM NaCl) ile 42.73 mg g^{-1} (Fox 11, 20 mM NaCl) değişim göstermiştir. 2018 yılında uygulamaların OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarının yapraklarında arbutin üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür. BA 29 anacında 20 mM (5.06 mg g^{-1}) ve 40 mM (5.06 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında arbutin miktarı kontrol (5.29 mg g^{-1}) ve 80 mM (5.63 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarına göre azalış göstermiştir. Uygulamalar baz alınarak anaçlarda ortaya çıkan değişimler incelendiğinde, tüm uygulamalarda Fox 11 anacının en yüksek, BA 29 anacının ise en düşük arbutin miktarına sahip olduğu belirlenmiş, bu anaçların birbirlerinden ve diğer anaçlardan istatistik olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.19).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, 40 mM (23.36 mg g⁻¹) ve 80 mM (24.19 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında miktarsal azalışların olduğu, 40 mM NaCl uygulamalarının kontrol (26.80 mg g⁻¹) ve 20 mM (26.10 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarından, 80 mM NaCl uygulamalarının ise kontrol uygulamalarından farklı olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.19).

Anaçların ortalama değerlerine göre arbutin miktarı bakımından tüm anaçlar arasında istatistiksel olarak önemli farklar belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük arbutin miktarı sırayla Fox 11 (39.00 mg g⁻¹) ve BA 29 (5.26 mg g⁻¹) anaçlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

Araştırmada 2018 yılında anaçların yapraklarındaki gallik asit miktarları 2.33 mg g⁻¹ (Fox 11, 20 mM NaCl) ile 0.78 mg g⁻¹ (BA 29, 40 mM NaCl) arasında çıkmıştır. NaCl uygulamaları neticesinde OHxF 97, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında uygulamalara göre gallik asit miktarında değişiklikler görülse de önemli derecede fark belirlenmemiştir. Fox 11 anacında ise kontrol (2.20 mg g⁻¹) ve 20 mM (2.33 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarındaki gallik asit miktarı 40 mM (1.96 mg g⁻¹) ve 80 mM (2.02 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilere göre daha fazla bulunmuş ve aradaki farkın önemli olduğu anlaşılmıştır. Uygulamalara göre anaçların gallik asit miktarları değerlendirildiğinde, kontrol, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 anacının önemli derecede daha fazla gallik aside sahip olduğu anlaşılmıştır. 40 mM NaCl uygulamalarında ise en yüksek miktar yine Fox 11 anacının yapraklarında belirlenmiş, fakat OHxF 333 anacı ile arasında fark elde edilmemiştir (Çizelge 4.19).

Uygulamaların ortalama gallik asit içeriğine göre NaCl uygulamalarında miktarın azaldığı, 40 mM (1.52 mg g⁻¹) ve 80 mM (1.54 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin, kontrol (1.64 mg g⁻¹) grubundan istatistik olarak ayrıldığı saptanmıştır (Çizelge 4.19).

Anaçların ortalama gallik asit miktarları değerlendirildiğinde, tüm anaçlar arasında önemli farkların bulunduğu, en yüksek ve en düşük miktarlara sırasıyla Fox 11 (2.13 mg g⁻¹) ve BA 29 (0.83 mg g⁻¹) anaçlarının sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

2018 yılında gerçekleştirilen çalışmada, anaçların yapraklarındaki kateşin miktarları 1.84 mg g⁻¹ (Fox 11, kontrol) ile 0.14 mg g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur. 2018 yılı denemesinde, OHxF 97 anacının hiçbir uygulamasında ve OHxF 333 anacının kontrol uygulamasında kateşin miktarı belirlenememiştir. OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında kateşin miktarının uygulamalardan etkilenmediği anlaşılmıştır. BA 29 anacında ise 80 mM (0.14 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında kateşin miktarı önemli derecede azalmış ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. Ayrıca 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde, 40 mM (0.49 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarına kıyasla kateşin miktarının azaldığı görülmüştür. Uygulamalara göre anaçların kateşin miktarlarında en yüksek içeriğin tüm uygulamalarda Fox 11 anacında ortaya çıktığı saptanmış ve diğer anaçlardan farklılık göstermiştir. İlaveten BA 29 anacında da tüm uygulamalar neticesinde en düşük kateşin miktarı elde edilmiş ve diğer anaçlar ile arasında fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Uygulamaların genel kateşin miktarları arasında istatistik anlamda fark elde edilmemiştir. Ancak nispeten daha düşük kateşin miktarları NaCl uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

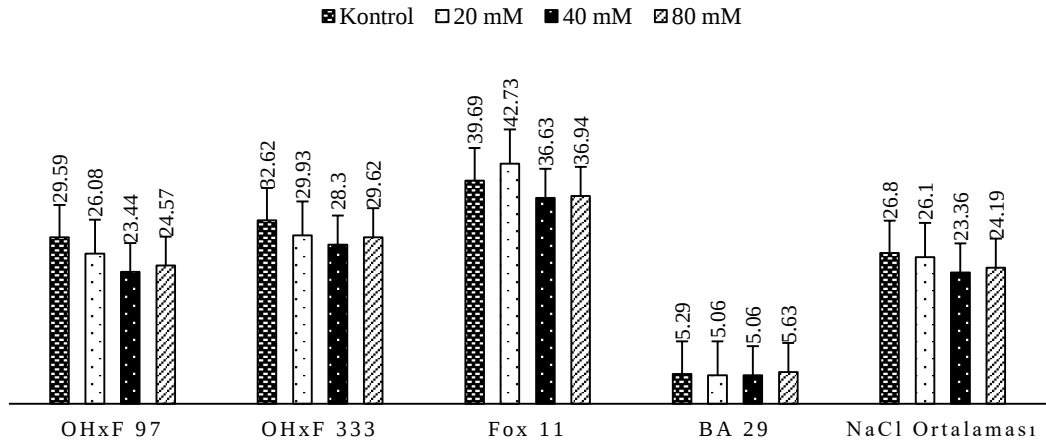
Anaçların ortalama değerlerinde ise 2017 yılında olduğu gibi 2018 yılında da Fox 11 (1.73 mg g⁻¹) anacının en yüksek, BA 29 (0.36 mg g⁻¹) anacının ise en düşük kateşin miktarına sahip oldukları ve Fox 11 anacının tüm anaçlardan farklı olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.19).

Denemenin 2018 yılında anaç yapraklarındaki epikateşin miktarları 14.16 mg g⁻¹ (BA 29, 20 mM NaCl) ile 0.46 mg g⁻¹ (Fox 11, kontrol) arasında çıkmıştır. 2018 yılında OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında epikateşin miktarı uygulamalara göre farklılık göstermemiştir. OHxF 97 anacında ise kontrol (0.91 mg g⁻¹) grubuna göre NaCl uygulamalarında epikateşin miktarı azalış göstererek aralarında önemli derecede fark ortaya çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların epikateşin miktarlarında tüm uygulamalarda BA 29 anacı daha yüksek miktara sahip bulunarak, diğer anaçlardan farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

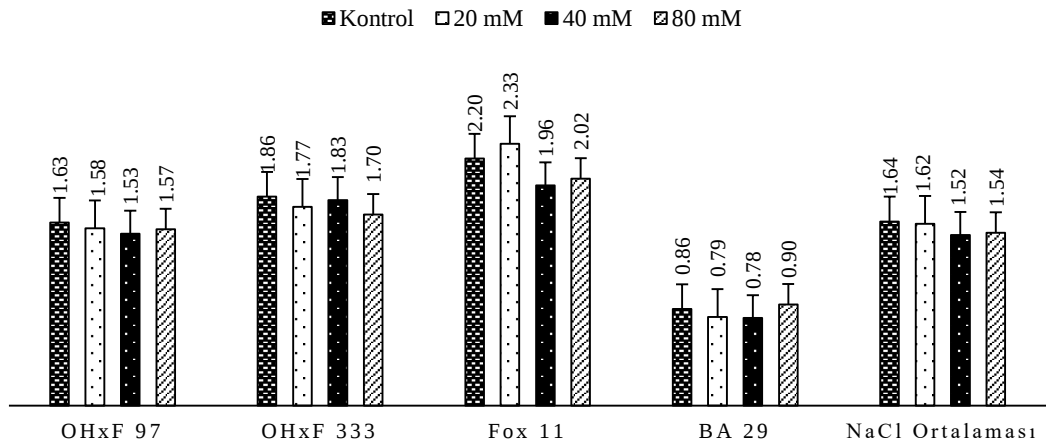
Uygulamaların genel ortalamalarında epikateşin miktarı bakımından fark elde edilememiştir (Çizelge 4.19).

Anaçların genel ortalamalarına göre ise BA 29 (12.90 mg g⁻¹) anacının diğerk anaçlardan önemli derecede daha fazla epikateşin miktarına sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.19).

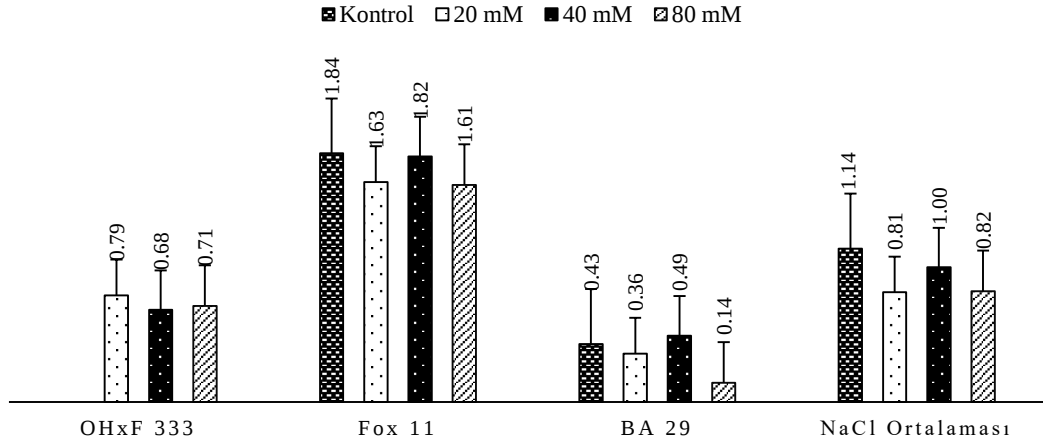
Şekil 4.53., 4.54., 4.55. ve 4.56.; 2018 yılında yapılan uygulamalar neticesinde sırasıyla yapraklardaki arbutin, gallik asit, kateşin ve epikateşin miktarındaki değışiklikleri göstermektedir.



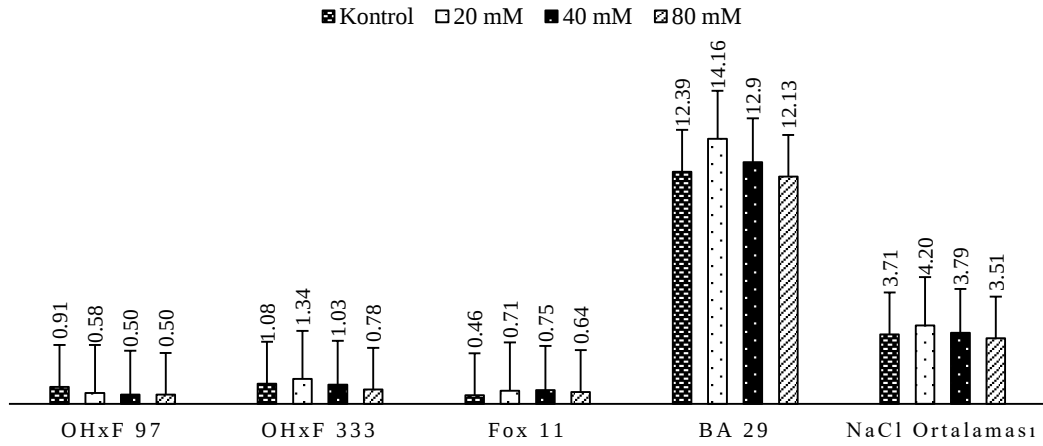
Şekil 4.53. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki arbutin miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.54. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki gallik asit miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.55. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kateşin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.56. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki epikateşin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi

4.3.4.2. NaCl stresinin yapraklardaki klorojenik asit, ferulik asit ve *p*-kumarik asit miktarı üzerine etkisi

2017 yılında NaCl uygulamaları yapılan anaçların yapraklarındaki klorojenik asit ve ferulik asit miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.20.'de sunulmuştur. 2017 yılında gerçekleştirilen uygulamalarda, yapraklardaki klorojenik asit miktarı bakımından anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur. Ayrıca klorojenik asit miktarının anaç faktöründen de etkilendiği saptanmıştır. Aynı yılda ferulik asit miktarına ise anaç $\times$ uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri etki etmemiştir. 2017 yılındaki uygulamalarda anaçların yapraklarında *p*-kumarik asit saptanmamıştır.

Çizelge 4.20. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki klorojenik asit (mg g^{-1}) ve ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Klorojenik asit (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	3.07b-e*	3.07b-e	3.95ab	3.43abc	3.38 ^{Öd}
	20 mM	3.37abc	2.26de	4.13a	2.63cde	3.10
	40 mM	3.29abc	3.05b-e	3.92ab	2.56cde	3.20
	80 mM	3.02b-e	2.57cde	2.09e	3.21a-d	2.72
	Ortalama	3.19 ^{AB**}	2.74 ^B	3.52 ^A	2.96 ^B	-
Ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	0.077 ^{Öd}	0.065	0.081	-	0.074 ^{Öd}
	20 mM	0.084	0.119	0.089	-	0.097
	40 mM	0.073	0.037	0.089	-	0.068
	80 mM	0.070	0.102	0.077	-	0.083
	Ortalama	0.076 ^{Öd}	0.081	0.084	-	-
		Klorojenik asit			Ferulik asit	
Anaç		*			Öd	
Uygulama		Öd			Öd	
Anaç × Uygulama		*			Öd	

*Küçük harfler tüm gruplar; **üslü harfler anaç ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). ^{Öd}: Önemli değil.

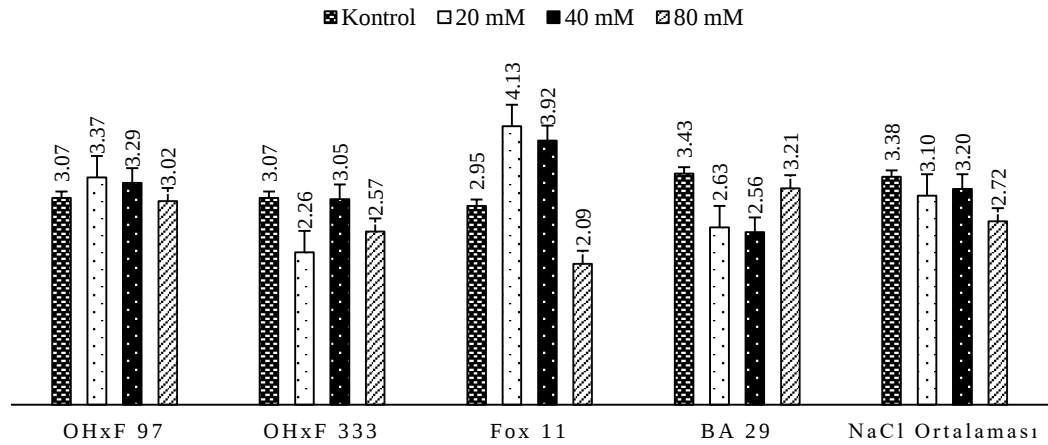
Çalışmada 2017 yılında, anaç yapraklarındaki klorojenik asit miktarının 4.13 mg g^{-1} (Fox 11, 20 mM NaCl) ile 2.09 mg g^{-1} (Fox 11, 80 mM NaCl) arasında olduğu bulunmuştur. NaCl uygulamaları neticesinde OHxF 97, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında uygulamalara göre klorojenik asit miktarı değişmemiştir. Fox 11 anacında ise kontrol (3.95 mg g^{-1}), 20 mM ve 40 mM (3.92 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları arasında fark görülmemişken, 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde klorojenik asit miktarı oldukça azalarak diğer uygulamalardan farklı olduğu belirlenmiştir. Uygulamalara göre anaç yapraklarındaki klorojenik asit miktarı ele alındığında; kontrol (3.95 mg g^{-1}), 20 mM (4.13 mg g^{-1}) ve 40 mM (3.92 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında en yüksek miktarlar Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. Bu durumun aksine 80 mM NaCl uygulamalarında ise Fox 11 (2.09 mg g^{-1}) anacının yapraklarında en az klorojenik asit miktarı belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Uygulamaların genel ortalamaları arasında tüm NaCl uygulamalarında klorojenik asit miktarının kontrol gruplarına kıyasla nispeten azaldığı bulunmuştur. Ayrıca en düşük klorojenik asit miktarı 80 mM (2.72 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

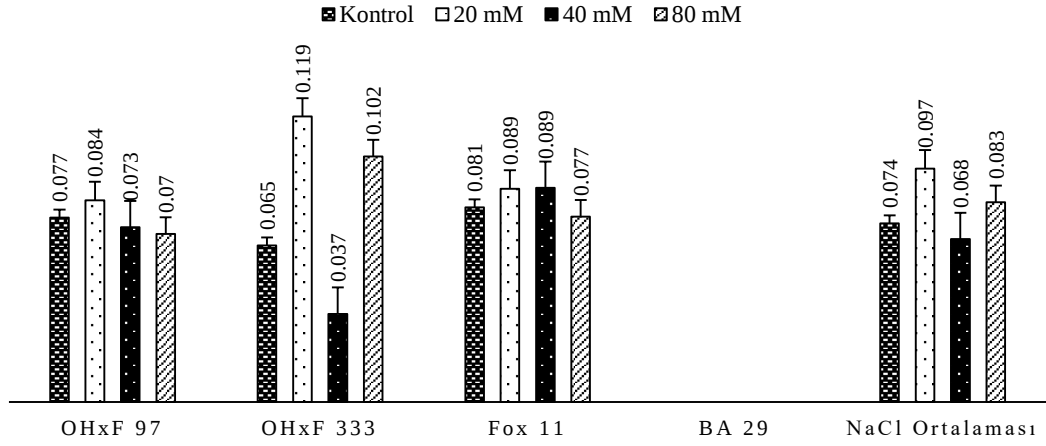
Anaçların ortalama klorojenik asit miktarlarında ise en yüksek içeriğe Fox 11 (3.52 mg g⁻¹) anacı sahip olarak, OHxF 333 (2.74 mg g⁻¹) ve BA 29 (2.96 mg g⁻¹) anaçlarından farklı bulunmuştur (izelge 4.20).

2017 yılında, BA 29 anacında ferulik asit belirlenememiştir. Diğer anaçlarda ise en yüksek ve en düştük ferulik asit miktarları sırasıyla OHxF 333 20 mM (0.119 µg g⁻¹) ile OHxF 333 40 mM (0.037 µg g⁻¹) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Gerek anaçlara gerekse uygulamalara göre yapılan karşılaştırmalarda istatistiksel önemde sonuçlar elde edilmemiştir (izelge 4.20).

2017 yılında NaCl uygulamaları ile anaç yapraklarında oluşan klorojenik asit ve ferulik asit değişimleri sırasıyla şekil 4.57. ve 4.58.'de verilmiştir.



şekil 4.57. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki klorojenik asit miktarı (mg g⁻¹) zerine etkisi



Şekil 4.58. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki ferulik asit miktarı ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

Çizelge 4.21.; 2018 yılında anaç yapraklarındaki klorojenik asit, ferulik asit ve *p*-kumarik asit miktarlarını ve istatistik analiz sonuçlarını ifade etmektedir. Yapraklardaki klorojenik asit ve *p*-kumarik asit miktarları üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş, sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Yapraklardaki ferulik asit miktarı ise anaç uygulama interaksyonundan etkilenmiştir. Ayrıca 2018 yılında bahsedilen bileşiklerin uygulama ve anaç faktörlerinden etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki klorojenik asit (mg g^{-1}), ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) ve p-kumarik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Klorojenik asit (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	4.36A**12	5.20A1***	5.48A1	3.14A2	4.54A****
	20 mM	2.55B3	4.12A2	5.24A1	3.12A23	3.76 ^B
	40 mM	3.08B2	3.53A2	4.67AB1	3.03A2	3.58 ^B
	80 mM	3.35AB1	3.66A1	3.90B1	3.00A1	3.48 ^B
	Ortalama	3.33 ^C	4.13 ^B	4.82 ^A	3.07 ^C	-
Ferulik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	0.085e*	0.170abc	0.090e	-	0.115 ^B
	20 mM	0.150a-d	0.175ab	0.114de	-	0.146 ^A
	40 mM	0.169abc	0.136cd	0.146bcd	-	0.150 ^A
	80 mM	0.179ab	0.188a	0.132cd	-	0.166 ^A
	Ortalama	0.146 ^B	0.167 ^A	0.120 ^C	-	-
p-kumarik asit ($\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık)	Kontrol	0.041A3	0.081A2	0.107A1	-	0.076 ^{AB}
	20 mM	0.068A2	0.071A2	0.121A1	-	0.086 ^A
	40 mM	0.051A2	0.038A2	0.097A1	-	0.062 ^B
	80 mM	0.048A1	0.068A1	0.088A1	-	0.068 ^B
	Ortalama	0.052 ^B	0.065 ^B	1.103 ^A	-	-
		Klorojenik asit		Ferulik asit		p-kumarik asit
Anaç		*		*		*
Uygulama		*		*		*
Anaç × Uygulama		Öd		*		Öd

*Küçük harfler tüm gruplar, **büyük harfler uygulamalar, ***sayılar anaçlar, ****üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$; $p<0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Araştırmada 2018 yılında, anaç yapraklarındaki klorojenik asit miktarı 5.48 mg g^{-1} (Fox 11, kontrol) ile 2.55 mg g^{-1} (OHxF 97, 20 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir. 2018 yılı NaCl uygulamalarında, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında klorojenik asit miktarının uygulamalardan etkilenmediği saptanmıştır. OHxF 97 anacında, tüm NaCl uygulamalarında klorojenik asit miktarı azalmış, 20 mM (2.55 mg g^{-1}) ve 40 mM (3.08 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları kontrol (4.36 mg g^{-1}) bitkilerinden farklı bulunmuştur. Fox 11 anacında da benzer bir durum görülmüş, 80 mM (3.90 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları sonucunda klorojenik asit miktarı önemli derecede azalmış ve kontrol (5.48 mg g^{-1}) ile 20 mM (5.24 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarından istatistik olarak farklı grupta yer almıştır. Uygulamalara göre anaçların yapraklarında klorojenik asit miktarı tüm uygulamalarda en fazla Fox 11 anacında saptanmıştır. Fox 11 anacı kontrol uygulamalarında BA 29 anacından, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında tüm anaçlardan, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 333 ve BA 29 anacından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.21).

Uygulamaların ortalama klorojenik asit miktarlarına göre NaCl konsantrasyonu arttıkça miktarsal azalışların olduğu ve tüm NaCl uygulamalarının kontrol (4.54 mg g^{-1}) grubundan istatistiksel anlamda farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ancak stres uygulamaları arasında fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.21).

Anaçların ortalama değerlerinde ise en yüksek klorojenik asit miktarına Fox 11 (4.82 mg g^{-1}), en düşük içeriğe ise BA 29 (3.07 mg g^{-1}) ve OHxF 97 (3.33 mg g^{-1}) anaçlarının sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.21).

2018 yılında ferulik asit miktarı $0.188 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ (OHxF 333, 40 mM NaCl) ile $0.085 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ (OHxF 97, kontrol) arasında saptanmıştır. OHxF 97 anacında NaCl uygulamalarında ferulik asit içeriği artmış ve kontrol ($0.085 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) grubundan farklılık göstermiştir. Bu anaçta en yüksek miktar 80 mM ($0.179 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde görülse de diğer NaCl uygulamaları ile arasında önemli fark bulunmamıştır. OHxF 333 anacında kontrol, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında ferulik asit miktarı değişmemiş, 40 mM NaCl uygulamalarında ise önemli şekilde azalmıştır. Fox 11 anacında ferulik asit miktarı özellikle 40 mM ($0.146 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) ve 80 mM ($0.132 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. BA 29 anacının yapraklarında ise ferulik asit tespit edilememiştir. Uygulamalara göre anaç yapraklarının ferulik asit miktarları incelendiğinde; kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında en fazla ferulik asit miktarı OHxF 333 anacında belirlenmiştir. 40 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark ortaya çıkmazken, 80 mM NaCl uygulamalarında en fazla miktar yine OHxF 333 anacında görülmüş ve Fox 11 anacından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Uygulamaların ortalamaları değerlendirildiğinde, kontrol ($0.115 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamalarının daha az ferulik asit içerdiği ve NaCl uygulamalarından farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. NaCl uygulamaları arasında ferulik asit miktarı nispeten artmış olsa da bu artışın önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.21).

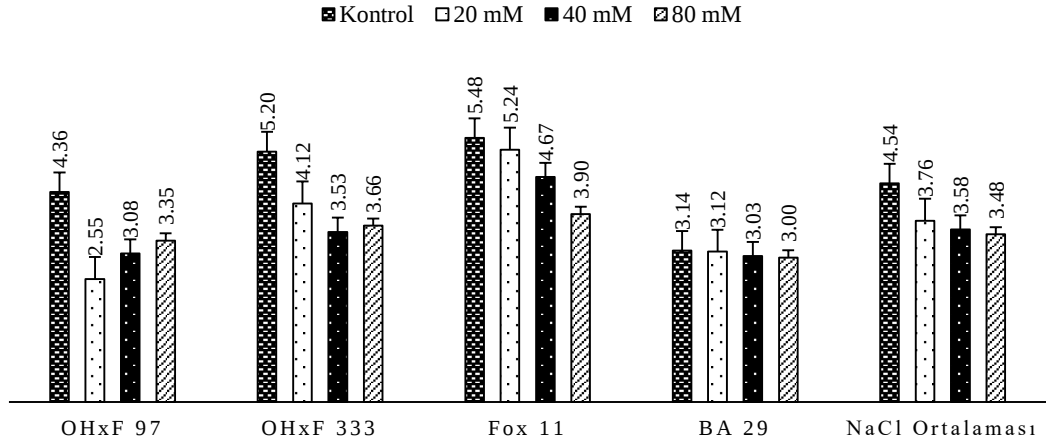
Anaçların ortalamalarında ise tüm anaçlar arasında önemli farklar belirlenmiş, en yüksek ve en düşük ferulik asit miktarları sırasıyla OHxF 333 ($0.167 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) ve Fox 11 ($0.120 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) anaçlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

2018 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaç yapraklarının *p*-kumarik asit miktarları 0.121 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Fox 11, 20 mM NaCl) ile 0.038 $\mu\text{g g}^{-1}$ (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında çıkmıştır. OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında uygulamalara göre *p*-kumarik asit miktarının değişmediği belirlenmiştir. BA 29 anacında ise bir önceki yıl olduğu gibi *p*-kumarik asit tespit edilememiştir. Uygulamalara göre anaçlardaki *p*-kumarik asit değişimleri ele alındığında tüm uygulamalarda en yüksek içeriğin Fox 11 anacında olduğu saptanmış, kontrol, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında diğerlerinden farklılık göstermiştir. Kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında ise en düşük *p*-kumarik asit miktarı OHxF 97 anacında belirlenmiş, bu anaç kontrol uygulamalarında tüm anaçlardan, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında ise Fox 11 anacından farklı bulunmuştur. 80 mM NaCl stresinde ise *p*-kumarik asit miktarı anaçlara göre değişmemiştir (Çizelge 4.21).

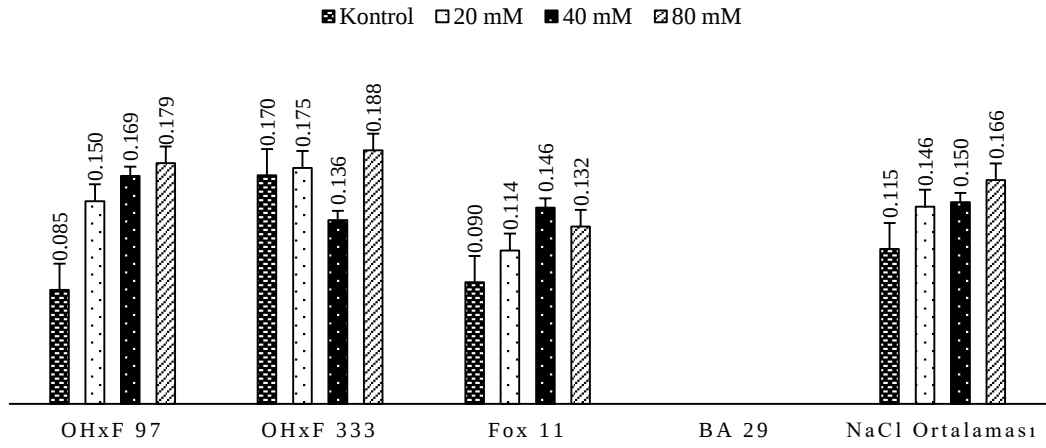
Uygulamaların ortalamalarında 40 mM ve 80 mM NaCl koşullarında *p*-kumarik asit miktarı azalmış ve 20 mM NaCl uygulamaları ile arasında fark ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.21).

Anaçların ortalamalarında ise Fox 11 (1.103 $\mu\text{g g}^{-1}$) anacı OHxF (OHxF 97; 0.052 $\mu\text{g g}^{-1}$, OHxF 333; 0.065 $\mu\text{g g}^{-1}$) anaçlarına göre önemli derecede daha fazla *p*-kumarik asit miktarına sahip olmuştur (Çizelge 4.21).

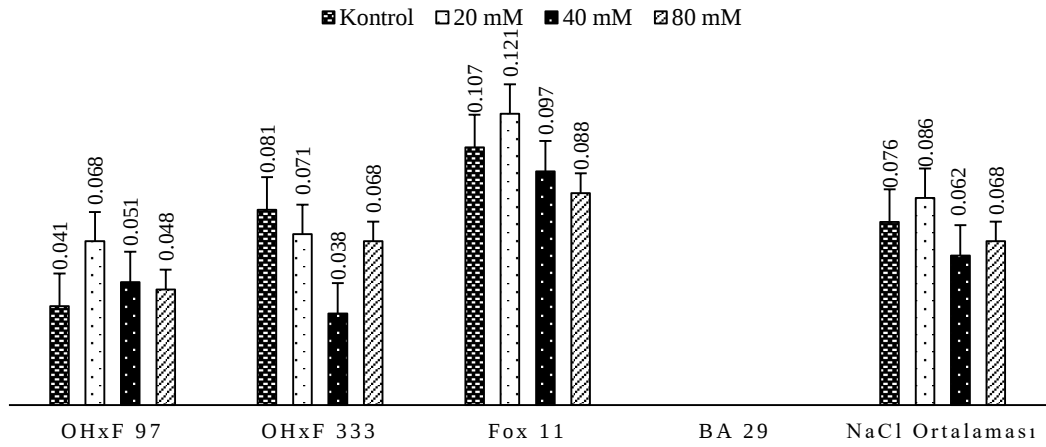
Şekil 4.59., 4.60. ve 4.61. sırasıyla 2018 yılı uygulamaları sonucunda klorojenik asit, ferulik asit ve *p*-kumarik asit miktarı bakımından anaç yapraklarında olan değişimleri ifade etmektedir.



Şekil 4.59. NaCl uygulamalarının yapraklardaki klorojenik asit miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.60. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki ferulik asit miktarı ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi



Şekil 4.61. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki *p*-kumarik asit miktarı ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

4.3.4.3. NaCl stresinin yapraklardaki rutin ve kuersitrin miktarları üzerine etkisi

2017 yılında NaCl uygulamaları sonucunda, anaç yapraklarındaki rutin ve kuersitrin miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.22.'de sunulmuştur. Buna göre her iki bileşik için de anaç × uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. İlaveten rutin ve kuersitrin miktarlarının sadece anaç faktöründen etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.22. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki rutin (mg g⁻¹) ve kuersitrin (mg g⁻¹) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Rutin (mg g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	2.06A*1	1.15A1**	1.06A1	1.49A1	1.44 ^{Öd}
	20 mM	2.38A1	0.89A2	1.38A2	1.27A2	1.48
	40 mM	2.17A1	1.19A1	1.28A1	1.18A1	1.46
	80 mM	2.59A1	1.13A2	1.03A2	1.38A2	1.53
	Ortalama	2.30A***	1.09 ^B	1.19 ^B	1.33 ^B	-
Kuersitrin (mg g ⁻¹ kuru ağırlık)	Kontrol	1.43A1	0.34A2	1.66A1	0.63A2	1.02 ^{Öd}
	20 mM	1.64A1	-	2.02A1	0.49A2	1.10
	40 mM	1.30A2	-	1.92A1	0.54A3	1.00
	80 mM	1.37A1	0.18A2	1.49A1	0.58A2	0.91
	Ortalama	1.43 ^B	0.26 ^D	1.77 ^A	0.56 ^C	-
		Rutin		Kuersitrin		
Anaç		*		*		
Uygulama		Öd		Öd		
Anaç × Uygulama		Öd		-		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2017 yılında anaç yapraklarındaki rutin miktarı 2.59 mg g⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 0.89 mg g⁻¹ (OHxF 333, 20 mM NaCl) arasında belirlenmiştir. 2017 yılı uygulamalarına göre anaç yapraklarındaki rutin miktarı uygulamalara göre değişmemiştir. Ancak OHxF 97 anacının tüm NaCl uygulamalarında, Fox 11 anacının ise 20 mM (1.38 mg g⁻¹) ve 40 mM (1.28 mg g⁻¹) NaCl uygulamalarında rutin miktarının kontrol bitkilerine kıyasla nispeten arttığı görülmüştür. BA 29 anacının yapraklarında ise NaCl uygulamaları neticesinde rutin miktarı kontrol bitkilerine göre nispeten azalmıştır. Uygulamalar temel alınarak anaçların rutin miktarları karşılaştırıldığında en yüksek miktarlar genelde OHxF 97 anacında belirlenmiş olup, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında tüm anaçlardan farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde; NaCl uygulamalarında rutin miktarının kontrol grubuna göre nispeten arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

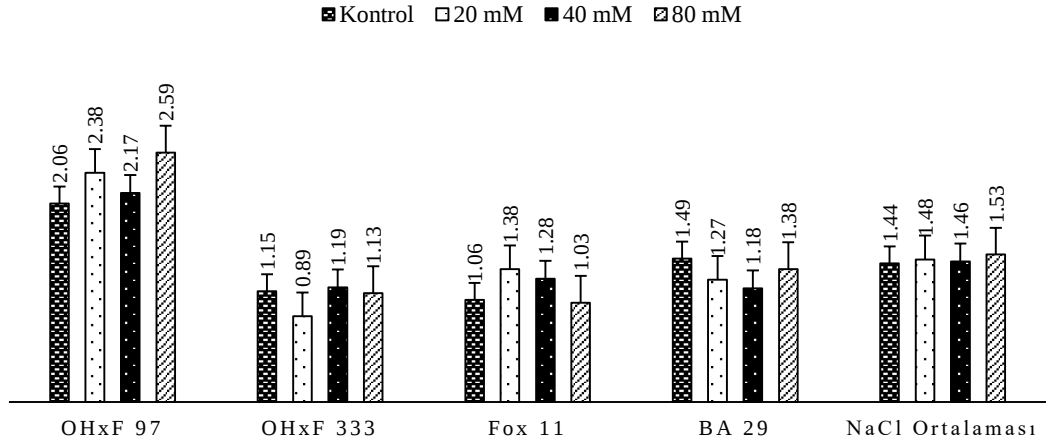
Anaçların ortalama değerleri incelendiğinde, OHxF 97 (2.30 mg g^{-1}) anacının diğer anaçlardan farklı olduğu ve bünyesinde fazla miktarda rutin içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

2017 yılında yapılan uygulamalar neticesinde anaç yapraklarındaki kuersitrin miktarı 2.02 mg g^{-1} (Fox 11, 20 mM NaCl) ile 0.18 mg g^{-1} (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur. 2017 yılı uygulamalarında tüm anaçlarda, uygulamalara göre kuersitrin miktarı değişmemiştir. Ancak özellikle 80 mM NaCl uygulamalarında kontrol bitkilerine göre nispeten azalış olduğu elde edilmiştir. Uygulamalara göre ise anaçlarda farklar olduğu belirlenmiş, genelde Fox 11 anacı daha yüksek miktarlarda kuersitrin içermiştir. Fox 11 anacı kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarında BA 29 ve OHxF 333 anaçlarından, 20 mM NaCl uygulamalarında BA 29 anacından, 40 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 97 ve BA 29 anaçlarından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.22).

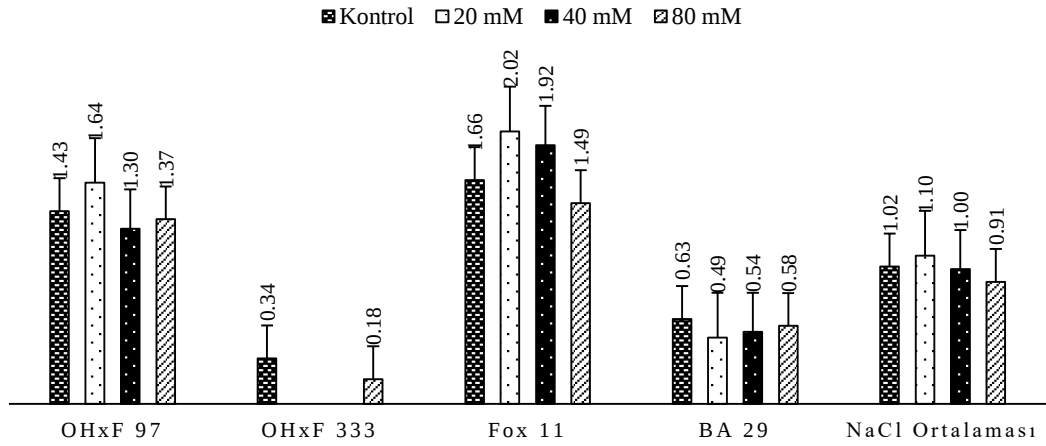
Uygulamaların ortalamalarına göre kuersitrin miktarının değişmediği saptanmıştır (Çizelge 4.22).

Anaçların ortalama kuersitrin içerikleri incelendiğinde, anaçların birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür. Kuersitrin içeriği bakımından, anaçlarda yüksekten düşük miktara göre sıralamanın Fox 11 (1.77 mg g^{-1}), OHxF 97 (1.43 mg g^{-1}), BA 29 (0.56 mg g^{-1}) ve OHxF 333 (0.26 mg g^{-1}) şeklinde gerçekleştiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.22).

Şekil 4.62. ve 4.63.; 2017 yılındaki NaCl uygulamaları sonucunda anaçların yapraklarında sırasıyla meydana gelen rutin ve kuersitrin değişimlerini göstermektedir.



Şekil 4.62. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki rutin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.63. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kuersitrin miktarı (mg g^{-1}) üzerine etkisi

Araştırmada 2018 yılı NaCl uygulamaları neticesinde anaç yapraklarında elde edilen rutin ve kuersitrin miktarları ile istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.23.'te sunulmuştur. Her iki bileşik üzerine de anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunduğu için sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. İlaveten anaç yapraklarındaki hem rutin hem de kuersitrin miktarına sadece anaç faktörünün etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında yapraklardaki rutin (mg g^{-1}) ve kuersitrin (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi

Fenolik bileşikler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Rutin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	3.37A*1	3.66A1**	1.42A2	1.84A2	2.57 ^{Öd}
	20 mM	2.74A1	3.20A1	1.76A2	2.11A2	2.45
	40 mM	2.83A1	2.72A1	1.78A1	1.91A1	2.31
	80 mM	3.07A1	3.58A1	1.81A2	1.88A2	2.59
	Ortalama	3.01 ^{A***}	3.29 ^A	1.69 ^B	1.94 ^B	-
Kuversitrin (mg g^{-1} kuru ağırlık)	Kontrol	2.16A2	2.66A1	1.56A3	0.62A4	1.75 ^{Öd}
	20 mM	1.95A12	2.15A1	1.87A2	0.70A3	1.67
	40 mM	2.28A1	2.08A1	1.94A1	0.57A2	1.72
	80 mM	2.18A1	2.39A1	2.07A1	0.54A2	1.80
	Ortalama	2.14 ^A	2.32 ^A	1.86 ^B	0.61 ^C	-
		Rutin		Kuversitrin		
Anaç		*		*		
Uygulama		Öd		Öd		
Anaç x Uygulama		Öd		Öd		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd:** Önemli değil.

Araştırmanın 2018 yılında, anaç yapraklarındaki rutin miktarı 3.66 mg g^{-1} (OHxF 333, kontrol) ile 1.42 mg g^{-1} (Fox 11, kontrol) arasında bulunmuştur. Gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde 2017 yılında olduğu gibi anaçlarda uygulamalara göre rutin miktarı değişmemiştir. Uygulamalara göre anaçlarda ortaya çıkan değişiklikler incelendiğinde, genelde rutin miktarının OHxF anaçlarında daha fazla olduğu saptanmıştır. Buna göre; kontrol, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında OHxF anaçları, Fox 11 ile BA 29 anaçlarından farklı bulunmuşlardır. 40 mM NaCl uygulamalarında ise anaçlar arasında fark tespit edilmemiştir (Çizelge 4.23).

Uygulamaların ortalamalarına göre, NaCl uygulamaları rutin miktarını etkilememiştir (Çizelge 4.23).

Anaçların genel ortalamaları karşılaştırıldığında ise OHxF (OHxF 333; 3.29 mg g^{-1} , OHxF 97; 3.01 mg g^{-1}) anaçlarının diğer anaçlardan farklı olduğu, yapraklarında daha fazla miktarda rutin içerdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

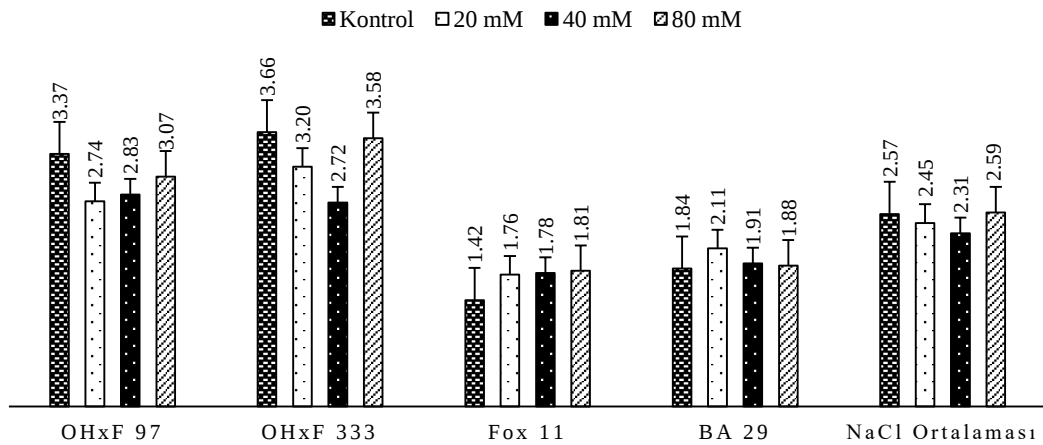
2018 yılında anaç yapraklarındaki kuersitrin miktarları ise 2.66 mg g^{-1} (OHxF 333, kontrol) ile 0.54 mg g^{-1} (BA 29, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Anaçların kendi içerisindeki uygulamalara göre kuersitrin miktarları incelendiğinde, önemli değişimlerin olmadığı ortaya çıkmıştır. Yapraklardaki kuersitrin miktarı uygulamalara göre anaçlarda değerlendirildiğinde ise farklar olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamalarında en yüksek ve en düşük kuersitrin miktarları sırasıyla OHxF 333 (2.66 mg g⁻¹) ile BA 29 (0.62 mg g⁻¹) anaçlarında elde edilmiş ve tüm anaçlar arasında farklılıklar saptanmıştır. 20 mM NaCl uygulamalarında BA 29 ve Fox 11 anaçları, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamaları arasında ise BA 29 anacı daha az kuersitrin miktarlarına sahip olarak diğer anaçlardan farklı bulunmuştur (izelge 4.23).

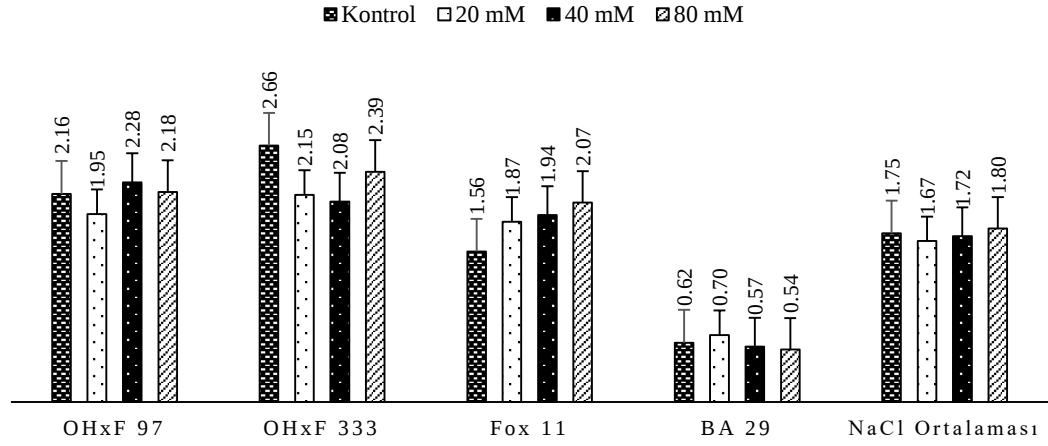
Uygulamaların genel ortalamaları arasında kuersitrin miktarı bakımından önemli derecede fark ortaya çıkmadığı grlmştir (izelge 4.23).

Anaçların genel ortalama kuersitrin miktarları incelendiğinde ise OHxF 333 (2.32 mg g⁻¹) ve OHxF 97 (2.14 mg g⁻¹) anaçlarının daha yüksek içeriğe sahip olarak diğer anaçlardan, ayrıca BA 29 (0.61 mg g⁻¹) anacının da en düşük miktara sahip olarak diğer anaçlardan önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir (izelge 4.23).

Sırasıyla şekil 4.64. ve 4.65.; çalışmanın 2018 yılında anaç yapraklarında, rutin ve kuersitrin miktarları bakımından ortaya çıkan değişiklikleri göstermektedir.



şekil 4.64. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki rutin miktarı (mg g⁻¹) zerine etkisi



Şekil 4.65. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki kuersitrin miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.5. NaCl stresinin yapraklardaki lipit peroksidasyon miktarı üzerine etkisi

NaCl uygulamaları yapılan anaçların yapraklarında elde edilen lipit peroksidasyon miktarları ve analiz sonuçları Çizelge 4.24.'te gösterilmiştir. Anaç yapraklarındaki lipit peroksidasyonu bakımından çalışmanın yapıldığı her iki yılda da anaç uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.24. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında lipit peroksidasyon (nmol g⁻¹) miktarı üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	2.07d*	2.31cd	2.00d	3.10a	2.37 ^{Öd}
20 mM	2.60a-d	2.95abc	1.97d	2.66a-d	2.54
40 mM	3.06ab	1.98d	2.04d	3.30a	2.59
80 mM	2.16d	1.97d	2.36bcd	2.92abc	2.35
Ortalama	2.47 ^{B**}	2.31 ^{BC}	2.06 ^C	2.99 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	2.08de	1.87fg	1.48h	2.75b	2.05 ^B
20 mM	2.18cd	2.05def	1.91efg	2.33c	2.12 ^B
40 mM	2.29c	1.93efg	1.83g	2.36c	2.10 ^B
80 mM	2.25cd	1.96efg	1.87fg	3.12a	2.30 ^A
Ortalama	2.20 ^B	1.96 ^C	1.77 ^D	2.64 ^A	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). ^{Öd}: Önemli değil.

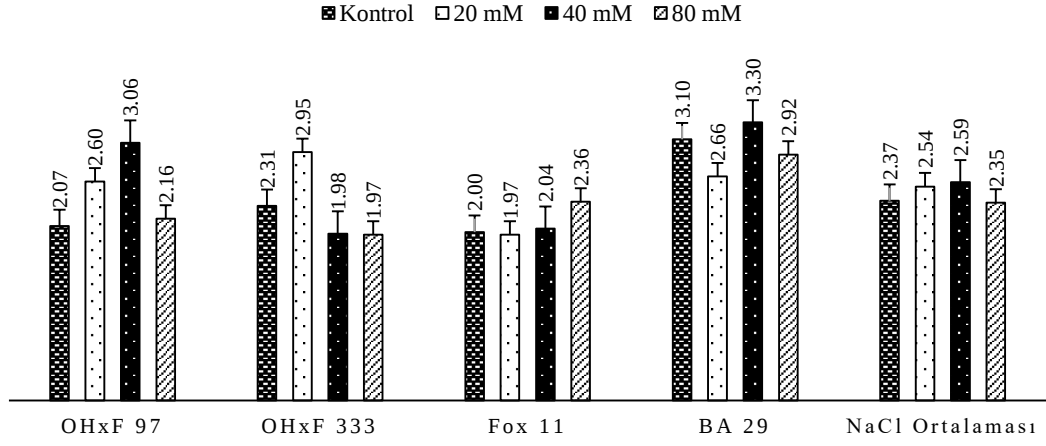
Araştırmada anaç yapraklarının lipit peroksidasyon miktarları 2017 yılında 3.30 nmol g⁻¹ (BA 29, 40 Mm NaCl) ile 1.97 nmol g⁻¹ (OHxF 333, 40 mM NaCl ve Fox 11, 20 mM NaCl) arasında; 2018 yılında ise 3.12 nmol g⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 1.48

nmol g⁻¹ (Fox 11, kontrol) arasında belirlenmiştir. OHxF 97 anacında lipit peroksidasyon miktarı her iki yılda da en yüksek 40 mM (2017; 3.06 nmol g⁻¹ ve 2018; 2.29 nmol g⁻¹) NaCl uygulamalarında görülmüştür. Bu anaçta 40 mM NaCl uygulamaları 2017 yılında kontrol (2.07 nmol g⁻¹) ve 80 mM (2.16 nmol g⁻¹) NaCl uygulamalarından, 2018 yılında ise kontrol (2.08 nmol g⁻¹) uygulamasından farklı bulunmuştur. OHxF 333 anacında 2017 yılında en düşük lipit peroksidasyon miktarları sırasıyla 80 mM (1.97 nmol g⁻¹) ve 40 mM (1.98 nmol g⁻¹) NaCl uygulamalarında saptanmış ve bu uygulamalar ile 20 mM (2.95 nmol g⁻¹) NaCl uygulaması arasında fark olduğu elde edilmiştir. 2018 yılında ise OHxF 333 anacında lipit peroksidasyon miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. 2017 yılı uygulamalarında Fox 11 anacının lipit peroksidasyon miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. Bu anaçta 2018 yılında ise en düşük lipit peroksidasyonu kontrol uygulamasında ortaya çıkmış ve tüm NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. BA 29 anacında da 2017 yılı bulguları, uygulamalar arasında lipit peroksidasyon miktarı açısından fark olmadığını işaret etmektedir. 2018 yılında ise en yüksek miktar 80 mM (3.12 nmol g⁻¹) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve diğer uygulamalar ile arasında fark çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların lipit peroksidasyon miktarları değerlendirildiğinde; 2017 yılında kontrol, 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında, 2018 yılında ise tüm uygulamalarda BA 29 anacının daha yüksek miktarlara sahip olduğu görülmüştür. (Çizelge 4.24)

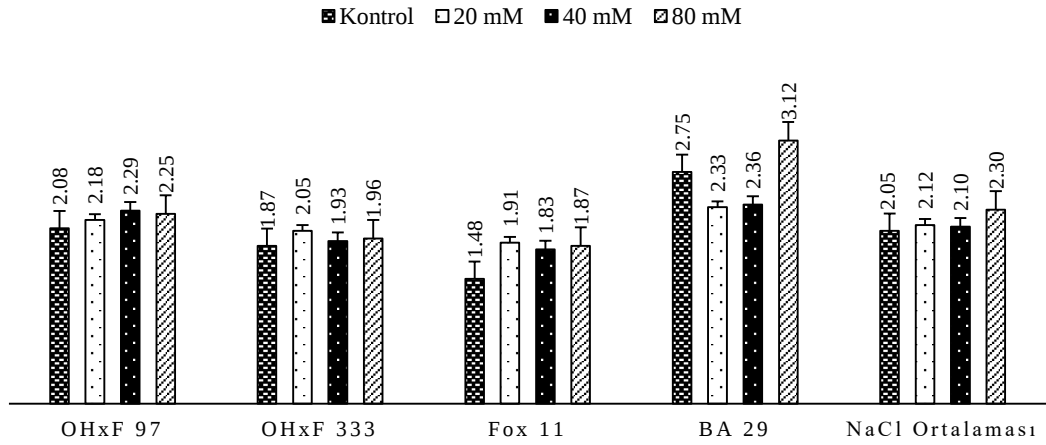
Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde; 2017 yılında lipit peroksidasyon miktarı uygulamalardan etkilenmezken, 2018 yılında en yüksek miktar 80 mM (2.30 nmol g⁻¹) NaCl uygulamalarında belirlenmiş ve diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Anaçların ortalamalarına bakıldığında ise her iki yılda da BA 29 (2017; 2.99 nmol g⁻¹ ve 2018; 2.64 nmol g⁻¹) anacının en yüksek, Fox 11 (2017; 2.06 nmol g⁻¹ ve 2018; 1.77 nmol g⁻¹) anacının ise en düşük lipit peroksidasyon miktarına sahip oldukları saptanmıştır. 2017 yılında; BA 29 anacının tüm anaçlardan, Fox 11 anacının OHxF 97 anacından, 2018 yılında ise tüm anaçların birbirlerinden farklı oldukları ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.24).

Denemede NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki lipid peroksidasyon değışimleri yıllara göre sırasıyla Şekil 4.66. ve 4.67.'de sunulmuştur.



Şekil 4.66. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki lipid peroksidasyon miktarı (nmol g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.67. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki lipid peroksidasyon miktarı (nmol g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.6. NaCl stresinin yapraklardaki antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarında, NaCl uygulamaları yapılan anaçların yapraklarında SOD, CAT, GPX, DHAR, APX ve GR gibi stres enzimlerinin aktiviteleri tespit edilmiştir. Aşağıda alt başlıklar halinde elde edilen sonuçlar verilmiştir.

4.3.6.1. NaCl stresinin yapraklardaki süperoksit dismutaz aktivitesi üzerine etkisi

Araştırmanın yapıldığı 2017 ve 2018 yıllarında, NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki SOD aktivitesi ve istatistik sonuçları Çizelge 4.25.'te gösterilmiştir. SOD aktivitesi üzerine her iki yılda da anaç × uygulama interaksyonu ile anaç ve uygulama faktörleri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında SOD (U mg⁻¹) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	38.46j*	56.08fg	55.93fg	58.08f	52.14 ^{D**}
20 mM	50.76h	62.16e	65.62d	63.85de	60.60 ^C
40 mM	64.71de	47.05ı	71.74c	71.48c	63.74 ^B
80 mM	92.94a	53.91g	78.47b	73.04c	74.59 ^A
Ortalama	61.72 ^B	54.80 ^C	67.94 ^A	66.61 ^A	-
2018 yılı					
Kontrol	39.19ı	65.48b	40.41hı	32.21j	44.32 ^D
20 mM	47.44g	71.49a	41.96h	40.39hı	50.32 ^B
40 mM	54.58d	49.62f	56.05g	39.25ı	47.37 ^C
80 mM	55.99d	63.85c	52.86e	46.16g	54.72 ^A
Ortalama	49.30 ^B	62.61 ^A	45.32 ^C	39.50 ^D	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$).

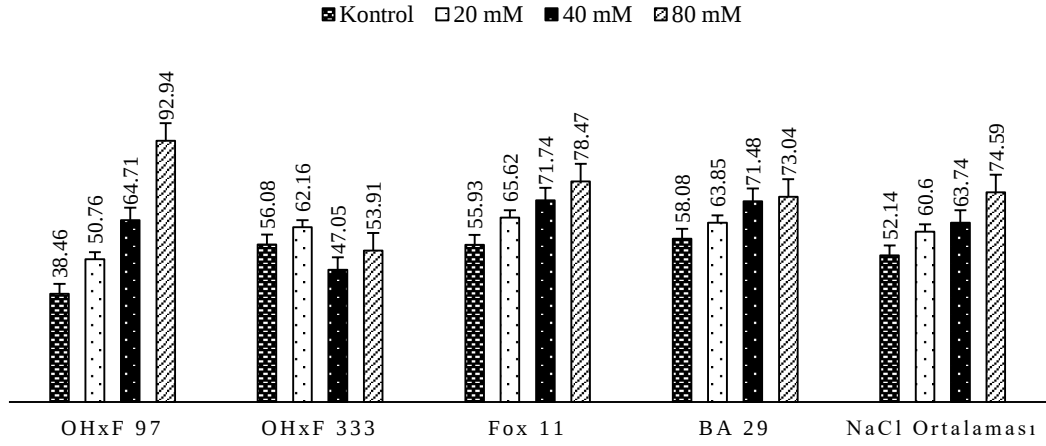
Uygulamalara maruz kalan anaç yapraklarının SOD aktiviteleri 2017 yılında; 92.94 U mg⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 38.46 U mg⁻¹ (OHxF 97, kontrol) arasında, 2018 yılında ise 71.49 U mg⁻¹ (OHxF 333, 20 mM NaCl) ile 32.21 U mg⁻¹ (BA 29, kontrol) arasında tespit edilmiştir. OHxF 97 anacında her iki yılda da NaCl konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak SOD aktivitesinin de arttığı görülmüştür. Gerek 2017 gerekse 2018 yıllarında en yüksek SOD aktivitesi OHxF 97 anacı için 80 mM (2017; 92.94 U mg⁻¹ ve 2018; 55.59 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında ortaya çıkmıştır. OHxF 333 anacında en yüksek SOD aktiviteleri iki yılda da 20 mM (2017; 62.16 U mg⁻¹ ve 2018; 71.49 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında belirlenmiş ve bu uygulama diğerlerinden farklı bulunmuştur. 2017 yılında Fox 11 anacında artan NaCl konsantrasyonu ile SOD aktivitesi önemli miktarda artarken, 2018 yılında SOD aktivitesi 40 mM (56.05 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında en yüksek bulunmuş, 80 mM (52.86 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında ise aktivite 40 mM NaCl uygulamasına kıyasla azalmıştır. BA 29 anacında 2017 yılı uygulamaları sonucunda SOD aktivitesi ile NaCl

konsantrasyonu arasında lineer bir ilişki yakalanmışken, 2018 yılında uygulamalara göre değişen aktiviteler görülmüştür. Yine de her iki yılda en yüksek SOD aktiviteleri 80 mM (2017; 73.04 U mg⁻¹ ve 2018; 46.16 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamalara göre anaç yapraklarındaki SOD aktiviteleri ele alındığında; 2017 yılında kontrol uygulamasında BA 29 (58.08 U mg⁻¹), 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 (sırasıyla; 65.62 U mg⁻¹ ve 71.74 U mg⁻¹), 80 mM NaCl uygulamasında ise OHxF 97 (92.94 U mg⁻¹) anaçlarının en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. 2018 yılında ise kontrol, 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında OHxF 333 (sırasıyla; 65.48 U mg⁻¹, 71.49 U mg⁻¹, 63.85 U mg⁻¹), 40 mM uygulamasında ise Fox 11 anaçları en yüksek SOD aktivitelerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.25).

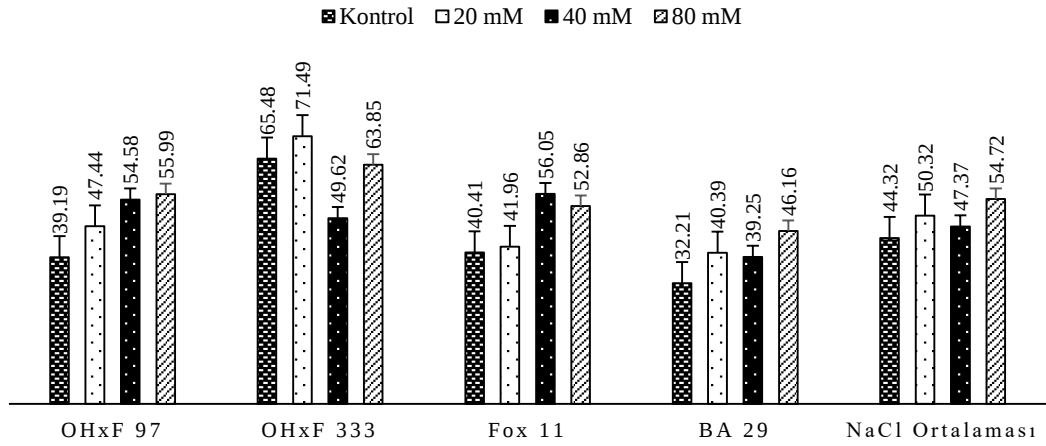
Uygulamaların ortalama değerleri incelendiğinde; her iki yılda da NaCl konsantrasyonu arttıkça SOD aktivitesinin yükseldiği, en fazla aktivitenin 80 mM (2017; 74.59 U mg⁻¹ ve 2018; 54.72 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında elde edildiği, tüm uygulamaların birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Anaçların ortalamaları değerlendirildiğinde; 2017 yılında en yüksek SOD aktivitesi Fox 11 (67.94 U mg⁻¹) ve BA 29 (66.6 U mg⁻¹) anaçlarında, en düşük SOD aktivitesi ise OHxF 333 (54.80 U mg⁻¹) anacında görülmüştür. 2018 yılında ise en yüksek ve en düşük SOD aktiviteleri sırasıyla OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında belirlenmiş ve tüm anaçlar arasında fark olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.25).

2017 ile 2018 yılları uygulamalarına göre anaç yapraklarındaki SOD aktivitesi değişimleri yıllara göre sırasıyla Şekil 4.68. ve Şekil 4.69.'da sunulmuştur.



Şekil 4.68. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki SOD aktivitesi ($U\ mg^{-1}$) üzerine etkisi



Şekil 4.69. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki SOD aktivitesi ($U\ mg^{-1}$) üzerine etkisi

4.3.6.2. NaCl stresinin yapraklardaki katalaz aktivitesi üzerine etkisi

NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki CAT aktivitesi ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.26.'da sunulmuştur. Yapraklardaki CAT aktivitesinin her iki yılda da anaç uygulama interaksyonu ile anaç ve uygulama faktörlerinden etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.26. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında CAT (U mg⁻¹) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	67.24g*	66.36g	66.24g	63.31g	65.79 ^{C**}
20 mM	76.84ef	79.77de	84.39bc	74.97f	78.99 ^B
40 mM	82.63cd	64.67g	87.21b	82.15cd	79.16 ^B
80 mM	94.61a	93.71a	91.86a	95.44a	93.91 ^A
Ortalama	80.33 ^B	76.13 ^C	82.42 ^A	78.97 ^B	-
2018 yılı					
Kontrol	57.33k	77.14g	70.53ı	66.07j	67.77 ^D
20 mM	66.37j	83.00e	78.55g	77.84g	76.35 ^C
40 mM	73.30h	87.83c	82.91e	80.98f	81.25 ^B
80 mM	93.61b	96.78a	88.11c	85.31d	90.95 ^A
Ortalama	72.65 ^D	86.19 ^A	80.02 ^B	77.46 ^C	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$).

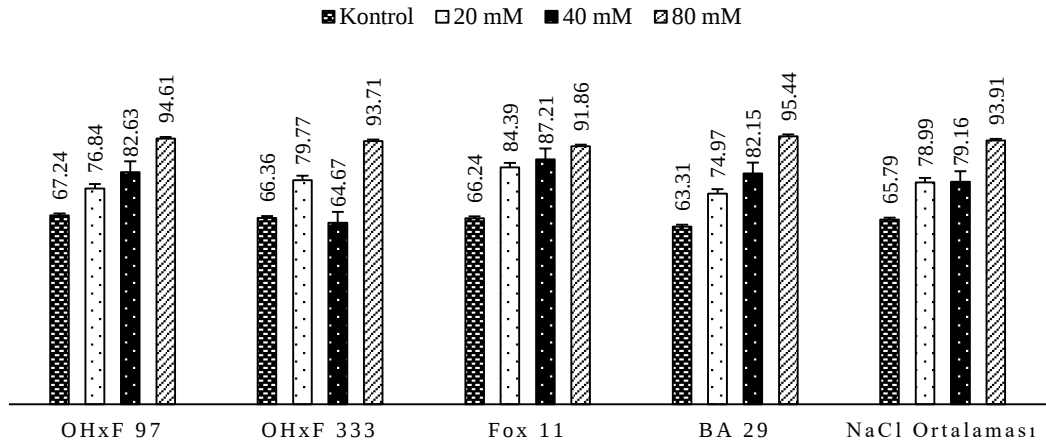
Çalışmada anaç yapraklarındaki CAT aktivitesi 2017 yılında 95.44 U mg⁻¹ (BA 29, 80 mM NaCl) ile 63.31 U mg⁻¹ (BA 29, kontrol), arasında, 2018 yılında ise 93.61 U mg⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 57.33 U mg⁻¹ (OHxF 97, kontrol) arasında bulunmuştur. Hem 2017 hem de 2018 yılı uygulamalarında OHxF 97, Fox 11 ve BA 29 anaçlarının yapraklarındaki CAT aktivitesi artan NaCl konsantrasyonu ile önemli şekilde artmış (2017 yılı Fox 11 20 mM ve 40 mM NaCl hariç), en yüksek aktivite 80 mM NaCl uygulamalarında elde edilmiştir. OHxF 333 anacında en yüksek CAT aktivitesi 80 mM (93.71 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında belirlenmesine rağmen 40 mM (64.67 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında aktivite azalmış ve kontrol (66.36 U mg⁻¹) bitkileri ile aynı seviyeye gelmiştir. Uygulamalara göre anaç yapraklarındaki CAT aktivitesi incelendiğinde; 2017 yılında kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında önemli değişim olmamıştır. 20 mM ve 40 mM uygulamalarında ise Fox 11 (20 mM; 84.39 U mg⁻¹ ve 40 mM; 87.21 U mg⁻¹) anacı daha fazla CAT aktivitesine sahip olmuştur. 2018 yılında ise tüm uygulamalarda en yüksek CAT aktivitesine sahip olan anacın OHxF 333 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.26).

Uygulamaların ortalama CAT aktivitelerine göre her iki yılda da NaCl konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak aktivitenin yükseldiği en yüksek ve en düşük aktivitenin sırasıyla 80 mM (2017; 93.91 U mg⁻¹ ve 90.95 U mg⁻¹) NaCl ile kontrol (65.79 U mg⁻¹ ve 67.77 U mg⁻¹) uygulamalarında ortaya çıktığı belirlenmiştir. 2017 yılında 20 mM (78.99 U mg⁻¹) ve 40 mM (79.16 U mg⁻¹) NaCl uygulamaları arasında

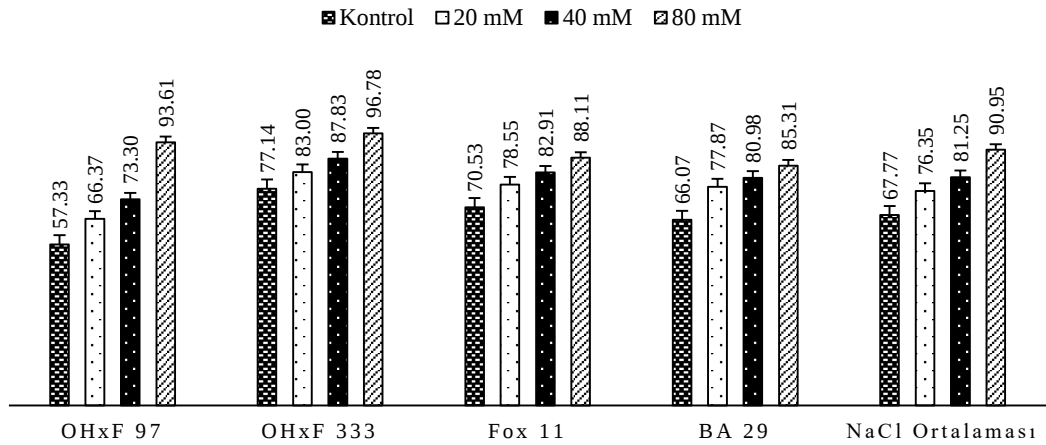
önemli fark oluşmazken, 2018 yılında tüm uygulamalar arasında önemli derecede fark belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Anacların ortalama CAT aktiviteleri ele alındığında 2017 yılında en yüksek ve en düşük aktiviteye sırasıyla Fox 11 (82.42 U mg^{-1}) ile OHxF 333 (76.13 U mg^{-1}) anaclarının, 2018 yılında ise sırasıyla OHxF 333 (86.19 U mg^{-1}) ile OHxF 97 (72.65 U mg^{-1}) anaclarının sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4.26).

Şekil 4.70. ve 4.71.; yıllara göre sırasıyla NaCl uygulamaları neticesinde anaç yapraklarında meydana gelen CAT değişimlerini işaret etmektedir.



Şekil 4.70. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki CAT aktivitesi (U mg^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.71. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki CAT aktivitesi (U mg^{-1}) üzerine etkisi

4.3.6.3. NaCl stresinin yapraklarda glutatyon peroksidaz aktivitesi üzerine etkisi

Çizelge 4.27.; NaCl uygulamaları yapılan anaçların yapraklarındaki GPX aktivitelerini ve istatistiksel analiz sonuçları göstermektedir. Yapraklardaki GPX aktivitesi açısından uygulamaların yapıldığı her iki yılda da anaç uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında GPX (U mg⁻¹) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	3.50g*	3.64g	4.22f	1.51k	3.22 ^{D**}
20 mM	4.53e	5.63d	8.26b	2.09j	5.13 ^B
40 mM	6.54c	6.41c	3.46g	2.51ı	4.73 ^C
80 mM	9.10a	9.29a	3.12h	2.10j	5.90 ^A
Ortalama	5.92 ^B	6.24 ^A	4.76 ^C	2.05 ^D	-
2018 yılı					
Kontrol	9.23d	8.16g	4.29k	1.86o	5.88 ^C
20 mM	11.51b	8.66f	6.55j	3.43n	7.54 ^B
40 mM	11.70a	8.85e	7.05ı	4.05l	7.91 ^A
80 mM	10.82c	9.08d	7.67h	3.76m	7.83 ^A
Ortalama	10.81 ^A	8.69 ^A	6.39 ^C	3.28 ^D	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$).

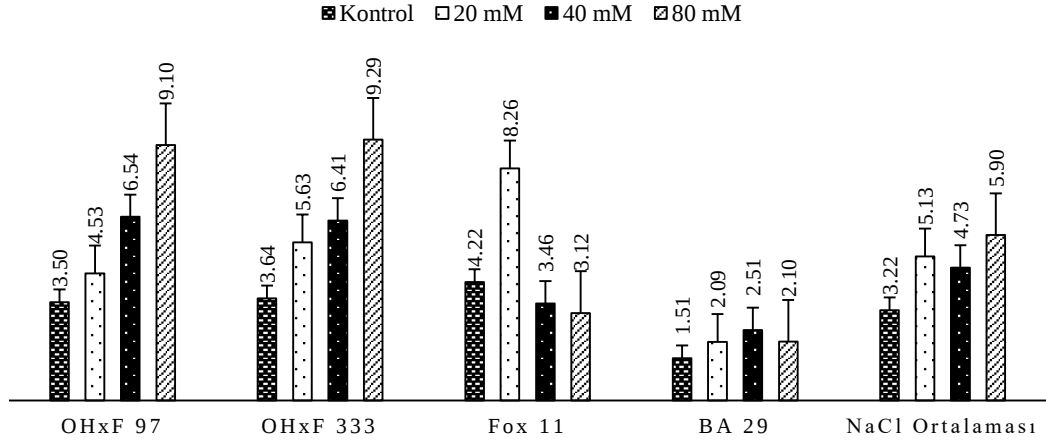
2017 yılında yapraklardaki GPX aktiviteleri 9.29 U mg⁻¹ (OHxF 333, 80 mM NaCl) ile 1.51 U mg⁻¹ (BA 29, kontrol) arasında, 2018 yılında ise 11.70 U mg⁻¹ (OHxF 97, 40 mM NaCl) ile 1.86 U mg⁻¹ (BA 29, kontrol) arasında çıkmıştır. OHxF 97 anacı yapraklarında 2017 yılında GPX aktivitesi artan NaCl konsantrasyonu ile önemli derecede artmış ve en yüksek aktivite 80 mM (9.10 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında belirlenmiştir. 2018 yılında ise bu anaçta en yüksek GPX aktivitesi 40 mM (11.70 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında elde edilmiş ve tüm uygulamalar arasında önemli farklar olduğu görülmüştür. OHxF 333 anacı yapraklarında çalışmanın yapıldığı her iki yılda da GPX aktivitesi NaCl konsantrasyonundaki artışa paralel tutum sergilemiştir. Bu anaçta en yüksek GPX aktivesi 80 mM (2017; 9.29 U mg⁻¹ ve 2018; 9.08 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında görülmüş, tüm uygulamalar arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir. Fox 11 anacı yapraklarında 2017 yılında en yüksek GPX aktivitesi 20 mM (8.26 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında belirlenmiş, 40 mM (3.46 U mg⁻¹) ve 80 mM (3.12 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında aktivite kontrol (4.22 U mg⁻¹) uygulamasının

gerisinde kalmıştır. 2018 yılında ise Fox 11 anacın yapraklarında GPX aktivitesi NaCl konsantrasyonundaki artış ile önemli miktarda artmıştır. BA 29 anacı ele alındığında; her iki yılda da en yüksek GPX aktivitesi 40 mM (2017; 2.51 U mg⁻¹ ve 2018; 4.05 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında ortaya çıkmıştır. BA 29 anacında iki yılda da uygulamalar arasında önemli şekilde fark olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalara göre anaçlar arasındaki farklar değerlendirildiğinde; 2017 yılı kontrol (4.22 U mg⁻¹) ve 20 mM (8.26 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında Fox 11 anacı, 40 mM (OHxF 97; 6.54 U mg⁻¹ ve OHxF 333; 6.41 U mg⁻¹) ve 80 mM (OHxF 333; 9.29 U mg⁻¹ ve OHxF 97; 9.10 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarında ise OHxF anaçları daha yüksek GPX aktivitesine sahip olmuştur. 2018 yılında; tüm uygulamalarda OHxF 97 anacı daha yüksek GPX aktivitesi göstermiş ve tüm anaçlar ile arasında önemli derecede fark oluşmuştur (Çizelge 4.27).

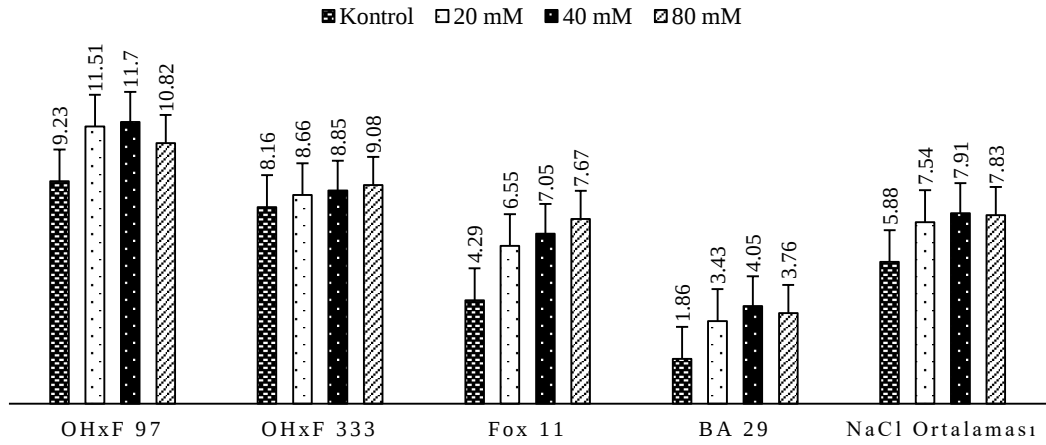
Uygulamaların ortalamalarına göre 2017 yılında, NaCl uygulamalarının GPX aktivitesini arttırdığı ortaya çıkmıştır. Ancak NaCl uygulamaları arasındaki artışın NaCl seviyesi ile ilişkili olmadığı görülmüş, 40 mM (4.73 U mg⁻¹) NaCl uygulamasında GPX aktivitesi 20 mM (5.13 U mg⁻¹) NaCl uygulamasına göre azalmıştır. Bununla birlikte en yüksek GPX aktivitesi 80 mM (5.90 U mg⁻¹) NaCl uygulanan bitkilerde saptanmıştır. İlaveten tüm uygulamalar arasında istatistiksel düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. 2018 yılında ise artan NaCl konsantrasyonu ile GPX aktivitesinin 80 mM (7.83 U mg⁻¹) NaCl uygulamasına kadar önemli şekilde arttığı, 80 mM NaCl uygulamasında ise nispeten azaldığı belirlenmiştir. En yüksek GPX aktivitesine sahip 40 mM (7.91 U mg⁻¹) ve 80 mM NaCl uygulamaları kontrol (5.88 U mg⁻¹) ve 20 mM (7.54 U mg⁻¹) NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Anaçların ortalama GPX aktiviteleri karşılaştırıldığında, 2017 yılında en yüksek ve en düşük aktiviteye sırasıyla OHxF 333 (6.24 U mg⁻¹) ile BA 29 (2.05 U mg⁻¹) anaçları, 2018 yılında ise OHxF 97 (10.81 U mg⁻¹) ve OHxF 333 (8.69 U mg⁻¹) anaçları ile BA 29 (3.28 U mg⁻¹) anacının sahip olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılında tüm anaçlar, 2018 yılında ise OHxF anaçları ile Fox 11 ve BA 29 anaçları arasında fark bulunmuştur (Çizelge 4.27).

NaCl uygulamaları sonucunda anaç yapraklarının GPX aktivitesi değişimleri yıllara göre sırasıyla Şekil 4.72. ve 4.73.'te sunulmuştur.



Şekil 4.72. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GPX aktivitesi (U mg^{-1}) üzerine etkisi



Şekil 4.73. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GPX aktivitesi (U mg^{-1}) üzerine etkisi

4.3.6.4. NaCl stresinin yapraklarda dehidroaskorbat reduktaz aktivitesi üzerine etkisi

2017 ve 2018 yıllarında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaç yapraklarının DHAR aktiviteleri ve istatistik sonuçları Çizelge 4.28.'de gösterilmiştir. Buna göre araştırmanın yapıldığı her iki yılda da yapraklardaki DHAR aktivitesi üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.28. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında DHAR (U mg^{-1}) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	10.48g*	8.73h	5.67kl	5.98jk	7.71 ^{C**}
20 mM	12.59e	11.43f	12.69e	6.09jk	10.70 ^B
40 mM	15.44c	13.78d	6.33j	7.21ı	10.69 ^B
80 mM	20.42a	16.30b	8.54h	5.46l	12.68 ^A
Ortalama	14.73 ^A	12.56 ^B	8.31 ^C	6.19 ^D	-
2018 yılı					
Kontrol	22.54e	17.49h	24.56d	8.64k	18.31 ^D
20 mM	24.36d	20.79g	25.57b	14.70ı	21.61 ^B
40 mM	25.72c	21.52f	22.60e	13.72j	20.89 ^C
80 mM	31.01a	26.53b	31.27a	8.23l	24.28 ^A
Ortalama	25.93 ^B	21.58 ^C	26.25 ^A	11.32 ^D	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$).

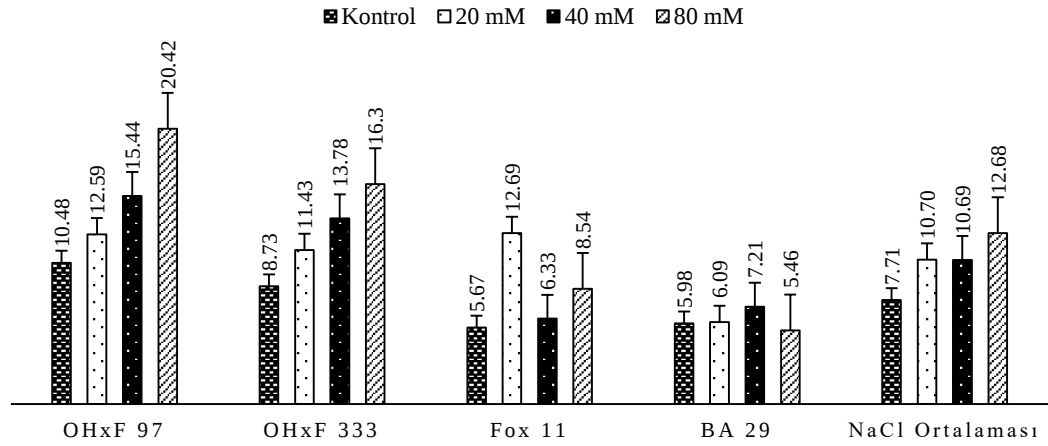
2017 yılında yapraklardaki DHAR aktivitesi 20.42 U mg^{-1} (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 5.46 U mg^{-1} (BA 29, 80 mM NaCl) arasında, 2018 yılında ise 31.27 U mg^{-1} (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 8.23 U mg^{-1} (BA 29, 80 mM NaCl) arasında değişmiştir. 2017 ve 2018 yıllarında DHAR aktivitesi hem OHxF 97 hem de OHxF 333 anaçlarında NaCl konsantrasyonundaki artışa paralel bir davranış göstermiştir. Bu anaçlarda en yüksek DHAR aktiviteleri 80 mM NaCl uygulamalarında saptanmış ve tüm uygulamalar arasında önemli derecede fark çıkmıştır. 2017 yılı Fox 11 anacında, DHAR aktivitesi uygulamalara göre değişkenlik göstermiştir. En yüksek DHAR aktivitesi 20 mM (12.69 U mg^{-1}) NaCl uygulamasında tespit edilmiş ve tüm uygulamalar arasında fark olduğu belirlenmiştir. 2018 yılında ise en yüksek DHAR aktivitesi 80 mM (31.27 U mg^{-1}) NaCl uygulamasında bulunmuştur. BA 29 anacında da DHAR aktivitesi uygulamalara göre değişken sonuçları içermiştir. En yüksek DHAR aktivitesi 2017 yılında 40 mM (7.21 U mg^{-1}) NaCl uygulamalarında, 2018 yılında ise 20 mM (14.70 U mg^{-1}) NaCl uygulamalarında tespit edilmiştir. Uygulamalara göre yapraklardaki DHAR aktivitesi ele alındığında; iki yılda da uygulamalar arasında değişim gösterse de OHxF 97 ile Fox 11 anaçlarında olduğu ortaya çıkmıştır. 2017 yılında DHAR aktivitesi kontrol (10.48 U mg^{-1}), 40 mM (15.44 U mg^{-1}) ve 80 mM (20.42 U mg^{-1}) NaCl uygulamalarında en yüksek OHxF 97 anacında, 20 mM uygulamasında ise Fox 11 (12.69 U mg^{-1}) ve OHxF 97 (12.59 U mg^{-1}) anaçlarında çıkmıştır. 2018 yılında kontrol (24.56 U mg^{-1}) ve 20 mM (22.57 U mg^{-1}) NaCl uygulamalarında Fox 11 anacı, 40 mM NaCl uygulamasında OHxF 97 (25.72 U mg^{-1}) anacı, 80 mM NaCl

uygulamasında ise Fox 11 (31.27 U mg⁻¹) ve OHxF 97 (31.01 U mg⁻¹) anaçları en yüksek DHAR aktivitelere sahip olmuşlardır (Çizelge 4.28).

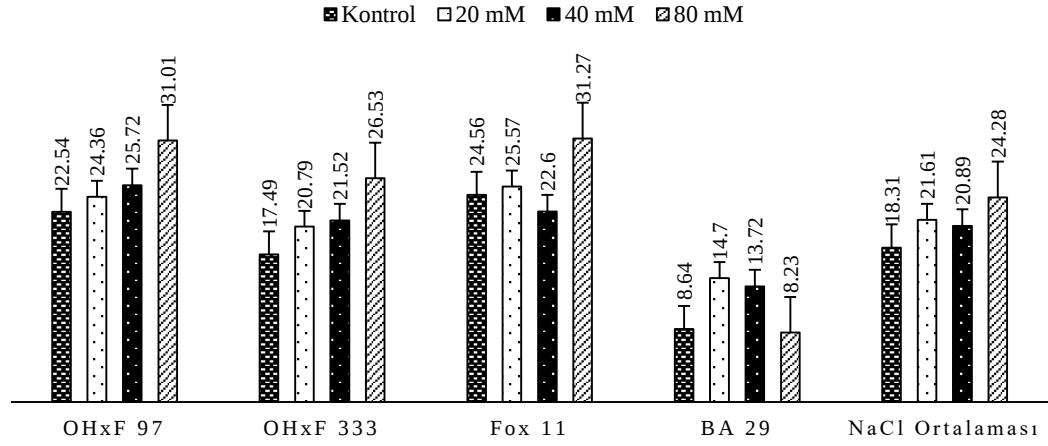
Uygulamaların DHAR aktivitesi ortalamaları değerlendirildiğinde, iki yılda da en yüksek ve en düşük aktiviteler sırasıyla 80 mM (2017; 12.68 U mg⁻¹ ve 2018; 24.28 U mg⁻¹) NaCl ile kontrol (2017; 7.71 U mg⁻¹ ve 2018; 18.31 U mg⁻¹) uygulamalarında elde edilmiştir. 2017 yılında 20 mM (10.70 U mg⁻¹) ve 40 mM (10.69 U mg⁻¹) uygulamaları arasında fark oluşmazken, bu gruplar kontrol ve 80 mM NaCl uygulamalarından farklı bulunmuştur. 2018 yılında ise tüm uygulamalar arasında önemli derecede fark elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Anaçların ortalama DHAR aktivitelere bakıldığında; iki yılda da tüm anaçlar arasında önemli miktarda fark görülmüştür. En yüksek ve en düşük DHAR aktiviteleri yıllara göre sırasıyla; OHxF 97 (14.73 U mg⁻¹) ve BA 29 (6.19 U mg⁻¹) ile Fox 11 (26.25 U mg⁻¹) ve BA 29 (11.32 U mg⁻¹) anaçlarında saptanmıştır (Çizelge 4.28).

Yapraklardaki DHAR aktivitesinin NaCl uygulamaları altındaki değişimi yıllara göre sırasıyla Şekil 4.74. ile 4.75.'te sunulmuştur.



Şekil 4.74. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki DHAR aktivitesi (U mg⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.75. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki DHAR aktivitesi (U mg⁻¹) üzerine etkisi

4.3.6.5. NaCl stresinin yapraklarda askorbat peroksidaz aktivitesi üzerine etkisi

2017 ve 2018 yıllarında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki APX aktivitesi ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.29.'da sunulmuştur. Buna göre çalışmanın yapıldığı her iki yılda da APX aktivitesi bakımından anaç uygulama interaksyonu, anaç ve uygulama faktörleri istatistik anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında APX (mol dak⁻¹ g⁻¹) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	1.20l*	1.16l	1.44k	1.41k	1.30 ^{D**}
20 mM	1.45k	1.54j	1.74h	1.62ı	1.59 ^C
40 mM	2.45d	2.31e	2.47d	1.85g	2.27 ^B
80 mM	3.14a	3.03b	2.83c	2.03f	2.76 ^A
Ortalama	2.06 ^B	2.01 ^C	2.12 ^A	1.73 ^D	-
2018 yılı					
Kontrol	0.049j	0.058j	0.099ı	0.134h	0.085 ^D
20 mM	0.134h	0.111ı	0.138h	0.200f	0.146 ^C
40 mM	0.185g	0.248d	0.216e	0.275c	0.231 ^B
80 mM	0.330b	0.370a	0.261cd	0.319b	0.320 ^A
Ortalama	0.174 ^C	0.197 ^B	0.179 ^C	0.232 ^A	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$).

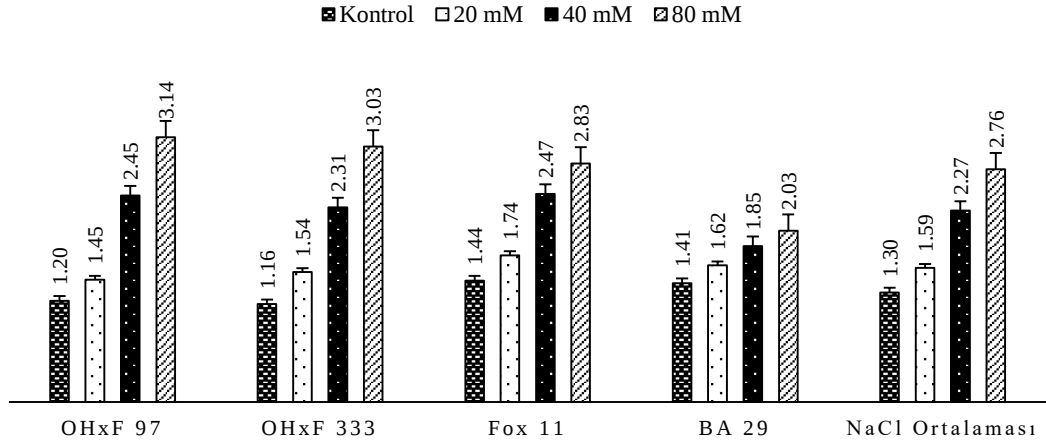
Araştırmada yapraklardaki APX aktivitesi 2017 yılında; 3.14 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 1.16 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 333, kontrol) arasında, 2018 yılında ise 0.370 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 333, 80 mM NaCl) ile 0.049 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 97,

kontrol) arasında belirlenmiştir. Çalışmanın her iki yılında da artan NaCl konsantrasyonu ile tüm anaçlarda APX aktivitesinin de önemli şekilde arttığı, en yüksek ve en düşük APX aktivitelerinin sırasıyla 80 mM NaCl ile kontrol uygulamalarında çıktığı görülmüştür. Uygulamalara göre anaçlardaki APX aktiviteleri değerlendirildiğinde; 2017 yılı kontrol uygulamalarında Fox 11 ($1.44 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ve BA 29 ($1.41 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anaçlarının, 20 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 ($1.74 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anacının, 40 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 ($2.47 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ve OHxF 97 ($2.45 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anaçlarının, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 97 ($3.14 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anacının daha fazla aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. 2018 yılında ise kontrol ($0.134 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$), 20 mM ($0.200 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ve 40 mM ($0.275 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) NaCl uygulamalarında BA 29 anacının, 80 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 333 ($0.370 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anacının daha fazla APX aktivitesi içerdiği görülmüştür (Çizelge 4.29).

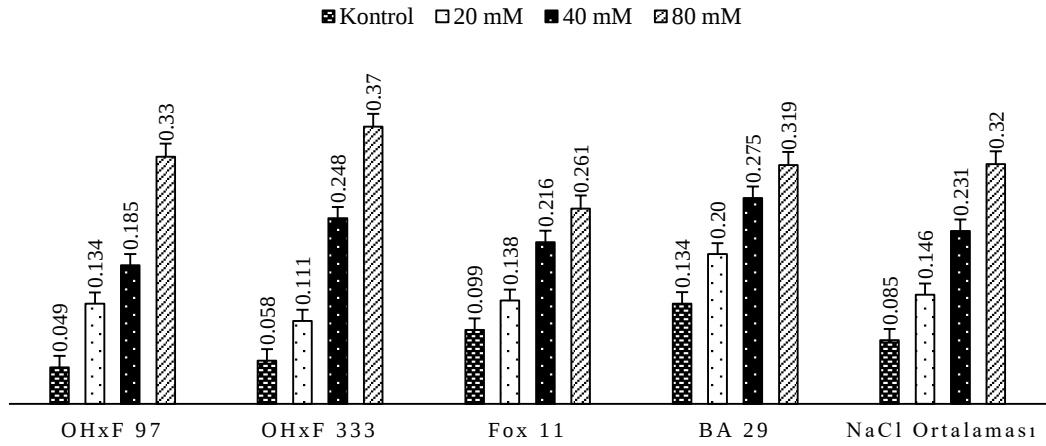
Uygulamaların ortalama APX aktivitelerine göre iki yılda da NaCl konsantrasyonunun artışı ile aktivitenin de önemli derecede arttığı saptanmıştır. En yüksek ve en düşük APX aktiviteleri yıllara göre sırasıyla 80 mM NaCl ve kontrol uygulamalarında bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Anaçların ortalama APX aktivitelerine bakıldığında ise en yüksek aktivite 2017 yılında Fox 11 ($2.12 \text{ mol min}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anacında, 2018 yılında ise BA 29 ($0.232 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anacında belirlenmiştir. Yapraklardaki en düşük APX aktiviteleri ise yıllara göre sırasıyla BA 29 ($1.73 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ve Fox 11 ($0.179 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ile OHxF 97 ($0.174 \text{ mol dak}^{-1} \text{ g}^{-1}$) anaçlarında çıkmıştır. İlaveten 2017 yılında tüm anaçların, 2018 yılında ise BA 29 ve OHxF 333 anaçların diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.29).

Şekil 4.76. ve 4.77.; yıllara göre sırasıyla anaç yapraklarında, NaCl uygulamaları ile APX aktivitesindeki değişimi ifade etmektedir.



Şekil 4.76. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki APX aktivitesi ($\text{mol dak}^{-1} \text{g}^{-1}$) üzerine etkisi



Şekil 4.77. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki APX aktivitesi ($\text{mol dak}^{-1} \text{g}^{-1}$) üzerine etkisi

4.3.6.6. NaCl stresinin yapraklarda glutatyon reduktaz aktivitesi üzerine etkisi

2017 ve 2018 yıllarında NaCl uygulamaları yapılan anaçların yapraklarındaki GR aktivitesi ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.30.'da gösterilmiştir. Yapraklardaki GR aktivitesinin denemenin gerçekleştirildiği iki yılda da anaç $\times$ uygulama interaksyonu üzerine etki ettiği bulunmuştur. İlaveten yine her iki yılda da GR aktivitesi anaç ve uygulama faktörlerinden etkilenmiştir.

Çizelge 4.30. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaç yapraklarında GR (mol dak⁻¹ g⁻¹) aktivitesi üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	59.88e*	47.20f	43.38gh	42.59h	48.26 ^{D**}
20 mM	75.02d	73.49d	58.86e	46.23fg	63.40 ^C
40 mM	83.85c	84.10c	76.11d	46.23fg	72.57 ^B
80 mM	114.08a	96.70b	44.27fgh	43.64gh	74.67 ^A
Ortalama	83.21 ^A	75.37 ^B	55.66 ^C	44.67 ^D	-
2018 yılı					
Kontrol	53.49f	45.03j	45.08j	33.99m	44.40 ^D
20 mM	54.76e	48.56h	47.56i	38.50l	47.34 ^C
40 mM	58.83c	52.51g	53.88f	42.61k	51.96 ^B
80 mM	63.77a	59.84b	56.32d	34.50m	53.61 ^A
Ortalama	57.71 ^A	51.49 ^B	50.71 ^C	37.40 ^D	-

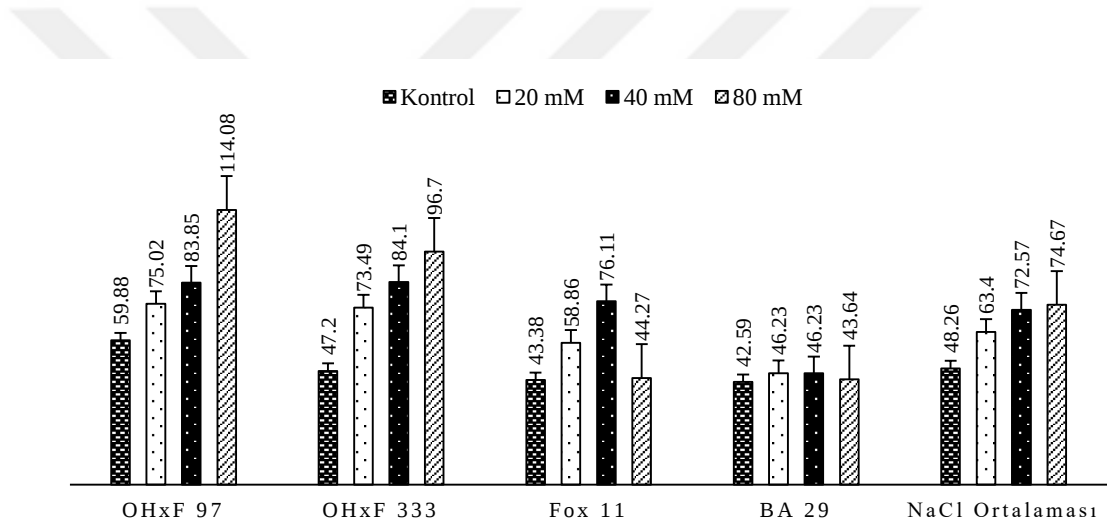
*Küçük harfler tüm gruplar, **üslü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.01$).

Çalışmada, yapraklardaki GR aktivitesi 2017 yılında, 114.08 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 42.59 mol dak⁻¹ g⁻¹ (BA 29, kontrol) arasında, 2018 yılında ise 63.77 mol dak⁻¹ g⁻¹ (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile 33.99 mol dak⁻¹ g⁻¹ (BA 29, kontrol) arasında çıkmıştır. Denemenin yapıldığı iki yılda da OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarında GR aktivitesinin artan NaCl konsantrasyonu ile önemli derecede arttığı, en yüksek ve en düşük aktivite sırasıyla 80 mM NaCl uygulamaları ile kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Fox 11 anacında 2017 yılı uygulamalarında GR aktivitesinin 40 mM (76.11 mol dak⁻¹ g⁻¹) NaCl uygulamasında en yüksek kapasiteye ulaştığı, 80 mM (44.27 mol dak⁻¹ g⁻¹) NaCl uygulamalarında aktivitenin kontrol (43.38 mol dak⁻¹ g⁻¹) bitkilerine benzer olduğu anlaşılmıştır. BA 29 anacında ise 2017 yılında GR aktivitesi uygulamalardan etkilenmemiştir. 2018 yılında GR aktivitesi artan NaCl konsantrasyonu ile 80 mM NaCl uygulamasına kadar önemli şekilde artmış, en yüksek aktivite 40 mM (42.61 mol dak⁻¹ g⁻¹) NaCl uygulamasında belirlenmiş, 80 mM (34.50 mol dak⁻¹ g⁻¹) NaCl uygulaması ile kontrol (33.99 mol dak⁻¹ g⁻¹) uygulaması aynı aktiviteye sahip olmuştur. Uygulamalara göre anaçların GR aktiviteleri ele alındığında; 2017 yılı kontrol (59.88 mol dak⁻¹ g⁻¹) ve 80 mM (114.08 mol dak⁻¹ g⁻¹) NaCl uygulamalarında OHxF 97 anacının, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında ise OHxF 97 (20 mM NaCl; 75.02 mol dak⁻¹ g⁻¹ ve 40 mM NaCl; 83.85 mol dak⁻¹ g⁻¹) ve OHxF 333 (20 mM NaCl; 73.49 mol dak⁻¹ g⁻¹ ve 40 mM NaCl; 84.10 mol dak⁻¹ g⁻¹) anaçlarının diğer anaçlara kıyasla istatistiksel önemde daha fazla GR aktivitesine sahip oldukları ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.30).

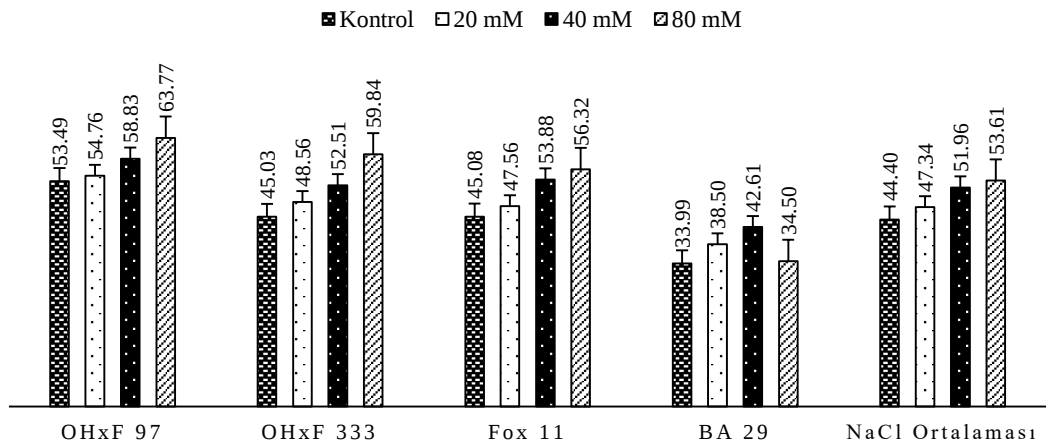
Uygulamaların ortalamalarına bakıldığında; iki yılda da artan NaCl konsantrasyonu ile GR aktivitesinin de önemli miktarda artış gösterdiği anlaşılmıştır (Çizelge 4.30).

Anaç ortalamaları incelendiğinde ise, her iki yılda da en yüksek ve en düşük GR aktivitelerine sırasıyla OHxF 97 (2017; 83.21 mol dak⁻¹ g⁻¹, 2018; 57.71 mol dak⁻¹ g⁻¹) ve BA 29 (2017; 44.67 mol dak⁻¹ g⁻¹, 2018; 37.40 mol dak⁻¹ g⁻¹) anaçlarının sahip olduğu bulunmuştur. İlaveten iki yılda da anaçlar arasında önemli şekilde fark tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Aşağıda, NaCl uygulamaları neticesinde anaç yapraklarındaki GR aktivitesinin değişimi yıllara göre sırasıyla Şekil 4.78. ve 4.79.'da sunulmuştur.



Şekil 4.78. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GR aktivitesi (mol dak⁻¹ g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.79. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki GR aktivitesi (mol dak⁻¹ g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.7. NaCl stresinin yapraklardaki mineral madde miktarı üzerine etkisi

Araştırmada; NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarında Na^+ , N^{2+} , P^{4+} , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} ve B^+ elementlerinin ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.3.7.1. NaCl stresinin yapraklardaki sodyum miktarı üzerine etkisi

NaCl uygulamalarının gerçekleştirildiği anaçların yapraklarındaki Na^+ miktarı ve istatistik sonuçları Çizelge 4.31.'de verilmiştir. Denemenin yapıldığı 2017 ve 2018 yıllarında yapraklardaki Na^+ miktarı üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu ile anaç ve uygulama faktörleri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31. NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Na^+ (mg g^{-1}) miktarı üzerine etkisi (2017 ve 2018)

2017 yılı					
Uygulamalar	OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Kontrol	0.49gh*	0.33h	0.44gh	0.25gh	0.45 ^{D**}
20 mM	0.66f-h	1.09e-g	0.83f-h	1.01e-g	0.90 ^C
40 mM	1.29d-f	1.26d-f	2.52ab	1.62c-e	1.67 ^B
80 mM	1.78cd	1.58c-e	3.09a	2.10bc	2.14 ^A
Ortalama	1.05 ^C	1.06 ^C	1.72 ^A	1.24 ^B	-
2018 yılı					
Kontrol	0.52fg	0.47g	0.42g	0.50fg	0.48 ^C
20 mM	0.59e-g	0.67e-g	0.61e-g	0.61e-g	0.62 ^C
40 mM	0.93c-e	0.66e-g	1.25c	0.66e-g	0.90 ^B
80 mM	1.03cd	0.85d-f	3.19a	2.12b	1.78 ^A
Ortalama	0.77 ^C	0.66 ^C	1.37 ^A	0.97 ^B	-

*Küçük harfler tüm gruplar, **üstü harfler ise anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$).

Araştırmada, anaç yapraklarındaki Na^+ miktarı 2017 yılında; 3.09 mg g^{-1} (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 0.25 mg g^{-1} (BA 29, kontrol) arasında, 2018 yılında ise 3.19 mg g^{-1} (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 0.42 mg g^{-1} (Fox 11, kontrol) arasında değişmiştir. OHxF 97 anacında, 2017 ve 2018 yıllarında en yüksek Na^+ miktarı 80 mM (2017; 1.78 mg g^{-1} , 2018; 1.03 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında saptanmış ve kontrol uygulamasından farklılık göstermiştir. OHxF 333 anacında; 2017 yılında en düşük Na^+ miktarı kontrol (0.33 mg g^{-1}) uygulamasında elde edilmiş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı çıkmıştır. Yapraklardaki Na^+ miktarı NaCl konsantrasyonundaki artışla nispi derecede

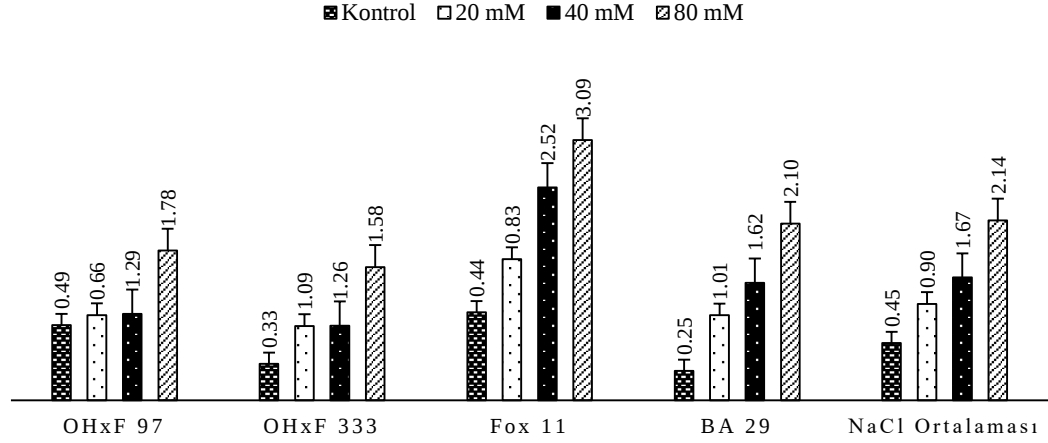
artmış ve en yüksek miktar 80 mM (1.58 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında bulunmuştur. 2018 yılında bu anaçta kontrol (0.47 mg g^{-1}), 20 mM (0.67 mg g^{-1}) ve 40 mM (0.66 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında Na^+ miktarının değişmediği saptanmıştır. En yüksek Na^+ miktarına sahip olan 80 mM (0.85 mg g^{-1}) NaCl uygulaması ile kontrol uygulaması arasında fark çıkmıştır. Fox 11 anacında, her iki yılda da kontrol (2017; 0.44 mg g^{-1} , 2018; 0.42 mg g^{-1}) ve 20 mM (2017; 0.83 mg g^{-1} , 2018; 0.61 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları arasında Na^+ miktarı değişmemiştir. En yüksek Na^+ miktarı belirlenen 80 mM (2017; 3.09 mg g^{-1} , 2018; 3.19 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında, 2017 yılında 40 mM (2.52 mg g^{-1}) NaCl ile arasında fark oluşmazken, 2018 yılında uygulamalar (40 mM NaCl; 1.25 mg g^{-1}) arasında önemli derecede fark saptanmıştır. BA 29 anacında; iki yılda da en düşük Na^+ miktarları kontrol (2017; 0.25 mg g^{-1} , 2018; 0.50 mg g^{-1}) uygulamasında ortaya çıkmıştır. Yapraklardaki en yüksek Na^+ miktarı ise diğer anaçlarda olduğu gibi BA 29 anacında da 80 mM (2017; 2.10 mg g^{-1} , 2018; 2.12 mg g^{-1}) NaCl uygulamasında elde edilmiştir. 2017 yılında 80 mM NaCl uygulaması ile kontrol ve 20 mM (1.01 mg g^{-1}) NaCl uygulamaları arasında fark çıkarken, 2018 yılında 80 mM NaCl uygulamasının tüm uygulamalardan farklı olduğu bulunmuştur. Uygulamalara göre anaçların Na^+ miktarları incelendiğinde, her iki yılda da kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında önemli derecede fark çıkmamıştır. 40 mM NaCl uygulamalarında, 2017 yılında Fox 11 (2.52 mg g^{-1}) anacı tüm anaçlardan, 2018 yılında ise Fox 11 (1.25 mg g^{-1}) anacı ile OHxF 97 (1.03 mg g^{-1}) anacı diğer anaçlardan istatistik olarak ayrılmıştır. 80 mM NaCl uygulamasında ise iki yılda da Fox 11 anacında daha fazla Na^+ belirlenmiş ve diğer anaçlar ile arasında önemli şekilde fark elde edilmiştir (Çizelge 4.31).

Uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde; iki yılda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek Na^+ miktarı 80 mM (2017; 2.14 mg g^{-1} , 2018; 1.78 mg g^{-1}) NaCl uygulamalarında belirlenmiştir. 2017 yılında tüm uygulamalar, 2018 yılında ise kontrol ve 20 mM NaCl uygulamaları dışındaki tüm uygulamalar arasında önemli şekilde fark saptanmıştır (Çizelge 4.31).

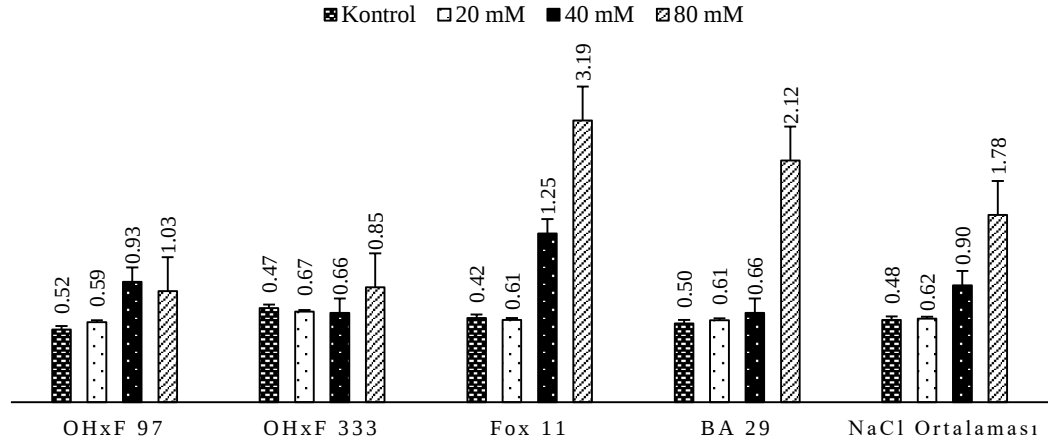
Anaçların ortalamalarına bakıldığında iki yıl sonuçlarının benzer olduğu anlaşılmıştır. Hem 2017 hem de 2018 yıllarında en yüksek Na^+ miktarı Fox 11 (2017; 1.72 mg g^{-1} , 2018; 1.37 mg g^{-1}) anacında, en düşük Na^+ miktarı ise OHxF (2017; OHxF 97; 1.05 mg g^{-1} , OHxF 333; 1.06 mg g^{-1}) (2018; OHxF 333; 0.66 mg g^{-1} , OHxF 97; 0.77 mg g^{-1})

¹⁾ anaçlarında görülmüştür. Ayrıca her iki yılda da Fox 11, BA 29 ve OHxF anaçları arasında önemli derecede fark olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Şekil 4.80. ve 4.81.; NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki Na⁺ miktarı değişimini yıllara göre sırasıyla ifade etmektedir.



Şekil 4.80. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Na⁺ miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi



Şekil 4.81. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Na⁺ miktarı (mg g⁻¹) üzerine etkisi

4.3.7.2. NaCl stresinin yapraklardaki azot, fosfor ve potasyum miktarı üzerine etkisi

Çizelge 4.32.; 2017 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamaları neticesinde anaç yapraklarındaki N²⁺, P⁴⁺ ve K⁺ miktarlarını ve istatistik sonuçlarını göstermektedir. N²⁺ miktarı üzerine anaç × uygulama interaksyonu ile uygulama faktörleri önemli

bulunmamıştır. P^{4+} miktarı üzerine de anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz çıkmış ve sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Ayrıca P^{4+} miktarının uygulama faktöründen etkilendiği belirlenmiştir. K^+ miktarının anaç $\times$ uygulama interaksyonundan etkilendiği, uygulama faktöründen ise etkilenmediği belirlenmiştir. İlâveten bahsedilen tüm elementler üzerine anaç faktörünün önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.32. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında N^{2+} (%), P^{4+} (%) ve K^+ (%) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
N^{2+} (%)	Kontrol	2.22 ^{Öd}	2.35	2.11	2.15	2.21 ^{Öd}
	20 mM	2.31	2.32	2.19	2.36	2.30
	40 mM	2.24	2.23	2.09	2.31	2.22
	80 mM	2.38	2.18	2.23	2.34	2.29
	Ortalama	2.29 ^{A****}	2.27 ^A	2.16 ^B	2.29 ^A	-
P^{4+} (%)	Kontrol	0.16A ^{**1}	0.15A1 ^{***}	0.14A1	0.16A1	0.15 ^A
	20 mM	0.15A1	0.14B1	0.14A1	0.15A1	0.14 ^B
	40 mM	0.15A1	0.13B2	0.12A2	0.15A1	0.14 ^B
	80 mM	0.15A1	0.13B1	0.13A1	0.13A1	0.14 ^B
	Ortalama	0.15 ^A	0.14 ^B	0.13 ^B	0.15 ^A	-
K^+ (%)	Kontrol	1.31d-f [*]	1.30d-f	1.62a	1.22e-g	1.36 ^{Öd}
	20 mM	1.31de	1.14fg	1.43b-d	1.21e-g	1.27
	40 mM	1.33de	1.10g	1.53a-c	1.55ab	1.38
	80 mM	1.43b-d	1.25e-g	1.43b-d	1.37c-e	1.37
	Ortalama	1.34 ^B	1.20 ^C	1.50 ^A	1.34 ^B	-
		N^{2+}		P^{4+}		K^+
Anaç		*		*		*
Uygulama		Öd		*		Öd
Anaç $\times$ Uygulama		Öd		Öd		*

*Küçük harfler tüm gruplar; **büyük harfler uygulamalar; ***sayılar anaçlar; ****üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

Araştırmada, 2017 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki N^{2+} miktarı %2.38 (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile %2.09 (Fox 11, 40 mM NaCl) arasında çıkmıştır. 2017 yılında yapraklardaki N^{2+} miktarı açısından anaç ve uygulamalarda anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir. Yine de OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında NaCl uygulamaları ile N^{2+} miktarının kontrol uygulamasına kıyasla nispeten arttığı görülmüştür. Uygulamalara göre anaçların N^{2+} miktarı

değerlendirildiğinde anaçlar arasında önemli derecede değişkenlik görülmemiştir (Çizelge 4.32).

Uygulama ortalamalarına göre 2017 yılında her ne kadar NaCl uygulamaları sonucunda yapraklarda N^{2+} içeriği kontrol bitkilerine kıyasla artmış bulunsa da uygulamalar arasında istatistik önemde fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.32).

2017 yılı anaç ortalamalarında ise en düşük N^{2+} içeriği Fox 11 (%2.16) anacında tespit edilmiş ve diğer anaçlardan farklılık göstermiştir. Diğer anaçlar arasında ise N^{2+} içeriği bakımından fark elde edilmemiştir (Çizelge 4.32).

Denemede, 2017 yılında anaç yapraklarındaki P^{4+} miktarı %0.16 (OHxF 97, kontrol ve BA 29, kontrol) ile %0.12 (Fox 11, 40 mM NaCl) arasında değişmiştir. 2017 yılında, OHxF 97, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında uygulamaların yaprak P^{4+} içeriğini etkilemediği belirlenmiştir. OHxF 333 anacında en yüksek P^{4+} miktarı kontrol (%0.15) uygulamasında elde edilmiş ve tüm NaCl uygulamaları ile arasında fark olduğu saptanmıştır. Uygulamalara göre anaçların P^{4+} içerikleri değerlendirildiğinde; kontrol grupları ile 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark oluşmamıştır. 40 mM NaCl uygulamalarında ise P^{4+} miktarı en düşük sırasıyla Fox 11 (%0.12) ve OHxF 333 (%0.13) anaçlarında belirlenmiş ve bu anaçlar diğerlerinden farklılık göstermiştir (Çizelge 4.32).

Uygulamaların P^{4+} ortalamalarına göre en yüksek P^{4+} içeriği kontrol (%0.15) uygulamasında görülmüş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı olduğu saptanmıştır. NaCl uygulamaları arasında ise P^{4+} içeriği değişmemiştir (Çizelge 4.32).

Anaçların ortalamalarında ise OHxF 97 (%0.15) ve BA 29 (%0.15) anaçları önemli derecede daha fazla P^{4+} miktarına sahip olmuşlar ve diğer anaçlardan farklı bulunmuşlardır (Çizelge 4.32).

2017 yılında yapraklardaki K^{+} miktarı %1.55 (BA 29, 40 mM NaCl) ile %1.10 (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında çıkmıştır. OHxF 97 anacında NaCl konsantrasyonuna paralel olarak $\%K^{+}$ oranı da nispeten artmıştır. Buna karşın, diğer üç anaçta 20 mM NaCl uygulamalarında K^{+} miktarı kontrole göre nispi veya önemli olarak azalmıştır.

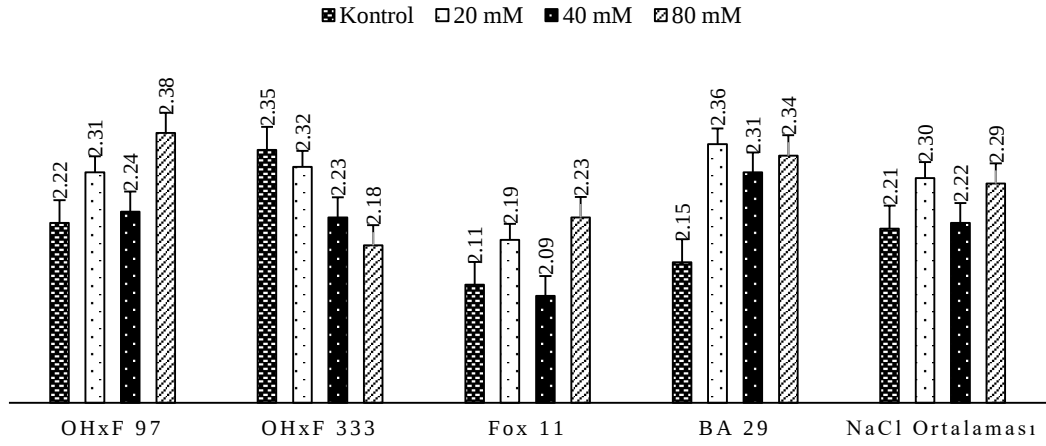
OHxF 97 dışındaki anaçlarda tuz stresinin K^+ üzerine etkisi NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak dalgalı bir seyir izlemiştir. OHxF 333 anacında en yüksek K^+ içeriği kontrol (%1.30) bitkilerinde görülmüş ve 20 mM (%1.14) ve 40 mM (%1.10) NaCl uygulamalardan farklı bulunmuştur. Fox 11 anacında da benzer bir durum ortaya çıkmış, kontrol (%1.62) uygulamalarında K^+ içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiş, 20 mM (%1.43) ve 40 mM (%1.53) NaCl uygulamalarına göre farklılık göstermiştir. BA 29 anacında ise en yüksek K^+ içeriği 40 mM (%1.55) NaCl uygulaması sonucunda elde edilmiş ve tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur.

Uygulamalara göre anaçların K^+ miktarları ele alındığında; kontrol uygulamasında en yüksek K^+ miktarına sahip olan Fox 11 (%1.62) anacının tüm anaçlardan farklı olduğu anlaşılmıştır. Yine en yüksek K^+ miktarı bakımından; 20 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında Fox 11 (20 mM NaCl; %1.43, 80 mM NaCl; %1.53) ve OHxF 97 (20 mM NaCl; %1.31, 80 mM NaCl; %1.43) anaçları OHxF 333 anacından, 40 mM NaCl uygulamasında ise Fox 11 (%1.53) ve BA 29 (%1.55) anaçları OHxF anaçlarından farklılık içermiştir (Çizelge 4.32).

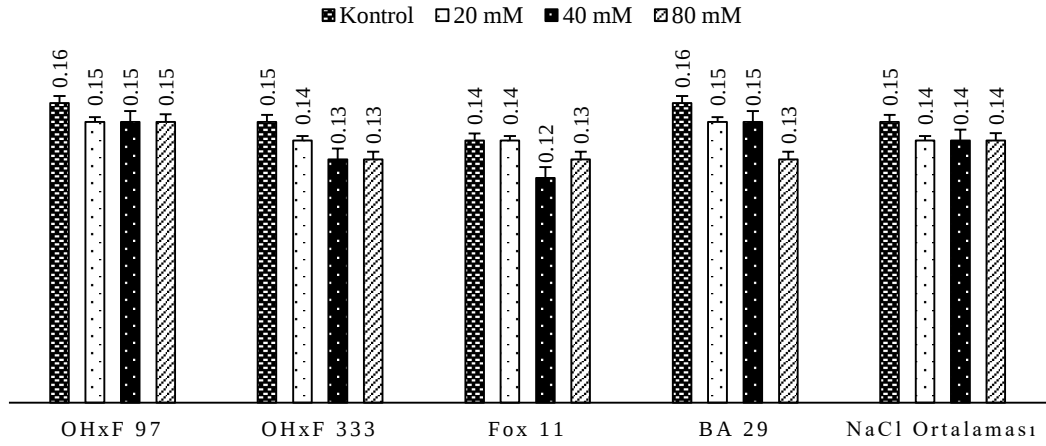
Uygulama ortalamalarına göre yapraklardaki K^+ içeriğinin uygulamalardan etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Anaçların ortalamalarına göre ise en yüksek ve en düşük K^+ miktarları sırasıyla Fox 11 (%1.50) ve OHxF 333 (%1.20) anaçlarında belirlenmiş, bu anaçların birbirlerinden ve diğer anaçlardan farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.32).

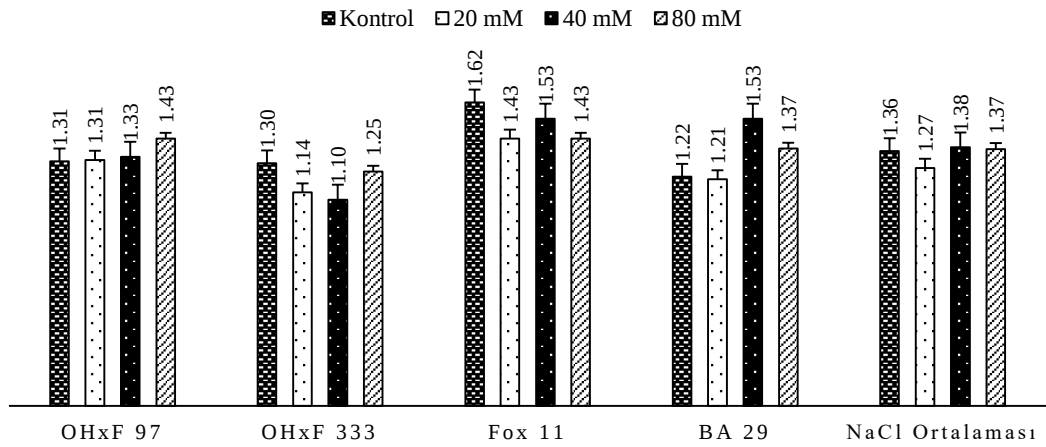
2017 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamaları neticesinde yapraklarda meydana gelen N^{2+} , P^{4+} ve K^+ değişimleri sırasıyla Şekil 4.82., 4.83. ve 4.84.'te gösterilmektedir.



Şekil 4.82. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki N^{2+} miktarı (%) üzerine etkisi



Şekil 4.83. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki P^{4+} miktarı (%) üzerine etkisi



Şekil 4.84. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki K^{+} miktarı (%) üzerine etkisi

2018 yılı NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki N^{2+} , P^{4+} ve K^{+} miktarları ve istatistik sonuçları Çizelge 4.33.'te sunulmuştur. Tüm parametreler üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş ve sonuçlar ikili karşılaştırmalar şeklinde verilmiştir. Ayrıca anaç faktörü N^{2+} ve P^{4+} miktarı üzerine etkili olurken, uygulama faktörünün N^{2+} , P^{4+} ve K^{+} miktarını etkilemediği anlaşılmıştır.

Çizelge 4.33. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında N^{2+} (%), P^{4+} (%) ve K^{+} (%) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
N^{2+} (%)	Kontrol	2.67A*1	2.72A1**	2.54A1	2.49A1	2.60A***
	20 mM	2.42B1	2.60A1	2.39A1	2.27A1	2.42 ^B
	40 mM	2.24B1	2.38A1	2.33A1	2.30A1	2.31 ^B
	80 mM	2.28B1	2.35A1	2.42A1	2.33A1	2.35 ^B
	Ortalama	2.41 ^{Öd}	2.51	2.42	2.35	-
P^{4+} (%)	Kontrol	0.32 ^{Öd}	0.31	0.26	0.30	0.30 ^A
	20 mM	0.33	0.29	0.33	0.29	0.31 ^A
	40 mM	0.26	0.31	0.26	0.29	0.28 ^{AB}
	80 mM	0.27	0.23	0.24	0.28	0.26 ^B
	Ortalama	0.29 ^{Öd}	0.29	0.27	0.29	-
K^{+} (%)	Kontrol	1.42 ^{Öd}	1.46	1.40	1.34	1.40 ^{Öd}
	20 mM	1.44	1.54	1.43	1.31	1.43
	40 mM	1.23	1.47	1.45	1.36	1.38
	80 mM	1.35	1.36	1.42	1.28	1.35
	Ortalama	1.36 ^{Öd}	1.46	1.42	1.32	-
		N^{2+}		P^{4+}		K^{+}
Anaç		Öd		Öd		Öd
Uygulama		*		*		Öd
Anaç $\times$ Uygulama		Öd		Öd		Öd

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2018 yılında yapraklardaki N^{2+} miktarının %2.72 (OHxF 333, kontrol) ile %2.24 (OHxF 97, 40 mM NaCl) arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.33).

2018 yılında OHxF 97 anacında NaCl uygulamaları yaprak N^{2+} içeriğini önemli derecede azaltmıştır. NaCl uygulamaları arasında fark olmamasına rağmen nispeten daha düşük N^{2+} miktarı 40 mM (%2.24) ve 80 mM (%2.28) NaCl uygulamalarında görülmüştür. Diğer anaçlarda da benzer bir azalış gözlenmekle birlikte uygulamalar

arasında fark bulunmamıştır. Uygulamalara göre anaçların N^{2+} içerikleri incelendiğinde aralarında fark olmadığı anlaşılmıştır. Yine de kontrol (%2.72), 20 mM (%2.60) ve 40 mM (%2.38) NaCl uygulamalarında OHxF 333 anacı, 80 mM NaCl uygulamasında ise Fox 11 (%2.42) anacı nispeten daha yüksek N^{2+} miktarına sahip olmuştur (Çizelge 4.33).

Uygulama ortalamalarına göre en yüksek N^{2+} içeriği kontrol (%2.60) uygulamalarında belirlenmiş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Anaç ortalamaları dikkate alındığında ise anaçlar arasında N^{2+} içeriği bakımından fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.33).

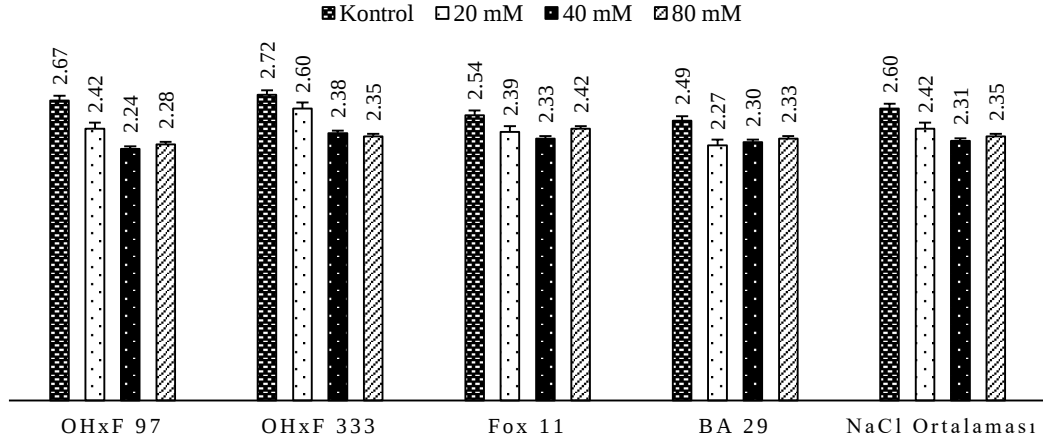
2018 yılında, anaç yapraklarındaki P^{4+} miktarı %0.33 (OHxF 97, 20 mM NaCl ve Fox 11, 20 mM NaCl) ile %0.23 (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında değişmiştir. NaCl uygulamalarına göre anlamlı P^{4+} değişimleri görülme de genelde NaCl uygulamaları ile nispi azalışlar ortaya çıkmıştır. Özellikle 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde daha düşük P^{4+} miktarları elde edilmiştir. Uygulamalara göre anaç yapraklarının P^{4+} miktarlarında da anlamlı sonuçlar görülmemiştir (Çizelge 4.33).

Uygulama ortalamalarında en düşük P^{4+} miktarı 80 mM (%0.26) NaCl uygulamasında elde edilmiş ve kontrol (%0.30) ile 20 mM (%0.31) NaCl uygulamasından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.33).

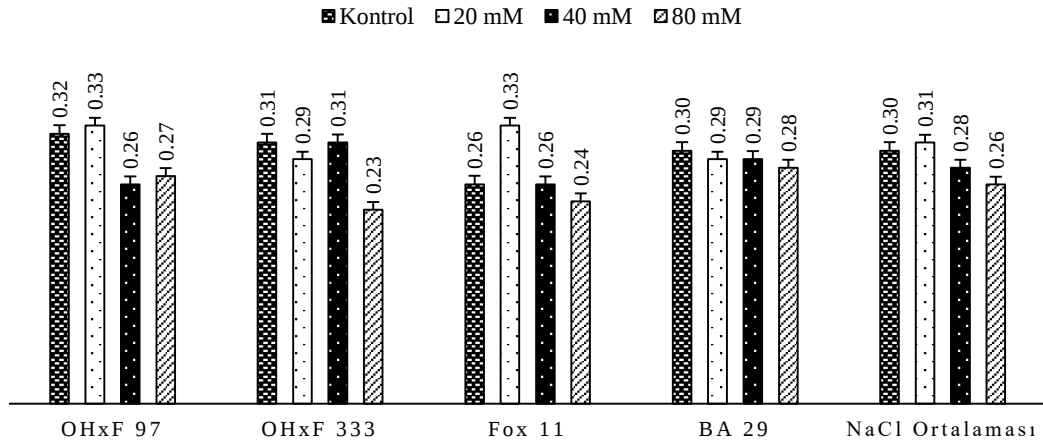
Anaçların ortalamalarında ise anaçlara göre P^{4+} miktarının değişmediği belirlenmiştir. Ancak Fox 11 (0.27) anacı nispeten daha düşük P^{4+} içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4.33).

2018 yılı uygulamalarında K^{+} miktarı %1.54 (OHxF 333, 20 mM NaCl) ile %1.23 (OHxF 97, 40 mM NaCl) arasında değişmiştir. K^{+} miktarı bakımından önemli fark görülme de genelde 80 mM NaCl uygulamalarında K^{+} miktarının azaldığı anlaşılmıştır. Uygulamalara göre anaçların K^{+} miktarı değerlendirildiğinde ise her ne kadar anaçlar arasında fark elde edilmese de OHxF 333 anacı tüm uygulamalarda nispeten daha yüksek K^{+} miktarı içermiştir (Çizelge 4.33).

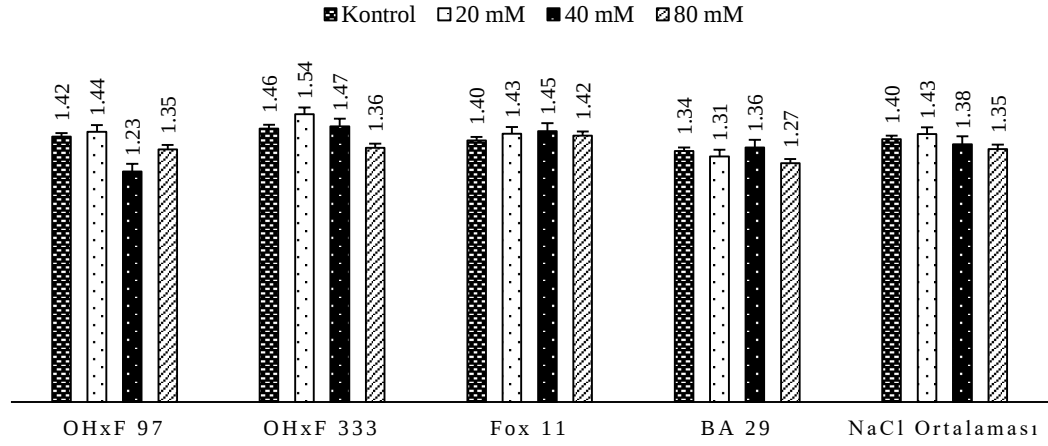
Şekil 4.85., 4.86. ve 4.87.; 2018 yılında gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde sırasıyla yapraklardaki N^{2+} , P^{4+} ve K^{+} değişimini ifade etmektedir.



Şekil 4.85. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki N^{2+} miktarı (%) üzerine etkisi



Şekil 4.86. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki P^{4+} miktarı (%) üzerine etkisi



Şekil 4.87. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki K⁺ miktarı (%) üzerine etkisi

4.3.7.3. NaCl stresinin yapraklardaki kalsiyum ve magnezyum miktarı üzerine etkisi

Denemede 2017 yılında, NaCl uygulamalarına maruz kalan anaçların yapraklarındaki Ca²⁺ ve Mg²⁺ miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.34.'te sunulmuştur. Her iki element için de anaç × uygulama interaksyonu önemsiz çıkmış ve sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. İlâveten Ca²⁺ ve Mg²⁺ miktarlarının anaç ve uygulama faktörlerinden etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. 2017 yılı NaCl uygulamalarında farklı armut ve ayva anaçlarda Ca²⁺ (%) ve Mg²⁺ (%) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Ca ²⁺ (%)	Kontrol	2.21 ^{Öd}	2.01	1.93	2.33	2.12 ^{B***}
	20 mM	2.35	2.29	2.20	2.36	2.30 ^A
	40 mM	2.30	2.38	2.09	2.27	2.26 ^A
	80 mM	2.45	2.29	2.35	2.42	2.38 ^A
	Ortalama	2.33 ^A	2.24 ^{AB}	2.14 ^B	2.34 ^A	-
Mg ²⁺ (%)	Kontrol	0.33A*1	0.38A1**	0.27A1	0.49A1	0.37 ^B
	20 mM	0.39A1	0.34A1	0.36A1	0.40A1	0.37 ^B
	40 mM	0.32A2	0.31A2	0.32A2	0.46A1	0.35 ^B
	80 mM	0.47A12	0.31A3	0.41A2	0.53A1	0.43 ^A
	Ortalama	0.38 ^B	0.33 ^B	0.34 ^B	0.47 ^A	-
		Ca ²⁺		Mg ²⁺		
Anaç		*		*		
Uygulama		*		*		
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). ^{Öd}: Önemli değil.

Çalışmada, yapraklardaki Ca^{2+} miktarı 2017 yılında %2.45 (OHxF 97, 80 mM NaCl) ile %1.93 (Fox 11, kontrol) arasında belirlenmiştir. 2017 yılında anaç ve uygulamaların yapraklardaki Ca^{2+} miktarına önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak NaCl uygulamaları neticesinde yapraklardaki Ca^{2+} miktarının nispeten arttığı bulunmuştur (Çizelge 4.34).

Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, NaCl konsantrasyonunun Ca^{2+} miktarına etkisi bulunmazken, tüm NaCl uygulamaları kontrol bitkilerinden önemli miktarda daha fazla Ca^{2+} içermiştir (Çizelge 4.34).

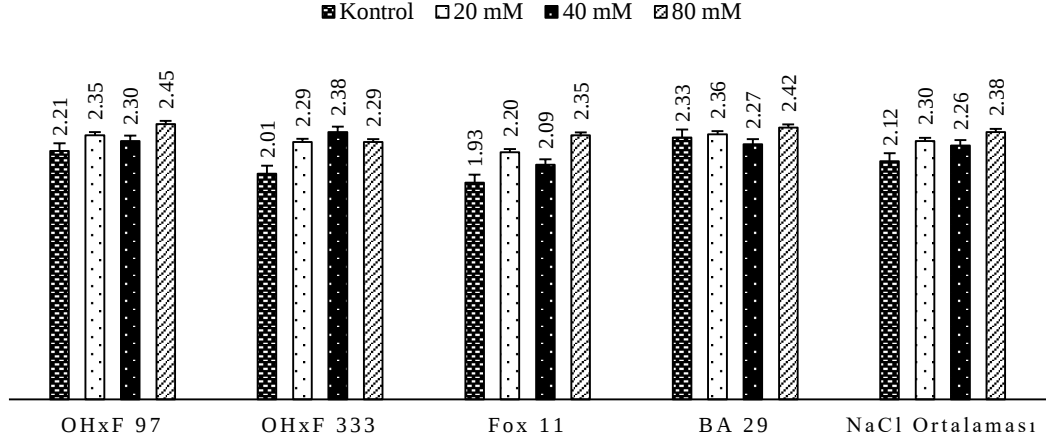
Anaçların ortalamaları karşılaştırıldığında ise Fox 11 (%2.14) anacında en düşük Ca^{2+} miktarı saptanmış ve OHxF 97 (%2.33) ile BA 29 (%2.34) anaçlarından farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.34).

2017 yılı uygulamalarında, yapraklardaki Mg^{2+} miktarı %0.53 (BA 29, 80 mM NaCl) ile %0.27 (Fox 11, kontrol) arasında çıkmıştır. 2017 yılında anaçların Mg^{2+} miktarları uygulamalara bağlı olarak farklılık göstermiştir. OHxF 333 anacı hariç tüm anaçlarda, kontrol bitkilerine kıyasla 80 mM NaCl uygulamalarında nispeten daha yüksek Mg^{2+} miktarları elde edilmiştir. Uygulamalara göre anaçların Mg^{2+} içeriği ele alındığında kontrol ve 20 mM NaCl uygulamalarında değişim olmadığı görülmüştür. 40 mM NaCl uygulamalarında ise en yüksek Mg^{2+} miktarı BA 29 (%0.46) anacında belirlenmiş ve diğer anaçlardan farklılık göstermiştir. 80 mM NaCl uygulamalarında da benzer bir durum oluşmuş, BA 29 (%0.53) anacı yine en yüksek Mg^{2+} içeriğine sahip olmuş, OHxF 333 (%0.31) ile Fox 11 (%0.42) anaçlarından farklı bulunmuştur. Ayrıca 80 mM NaCl uygulamasında en düşük Mg^{2+} miktarı OHxF 333 anacında saptanmış ve tüm anaçlardan farklılık göstermiştir (Çizelge 4.34).

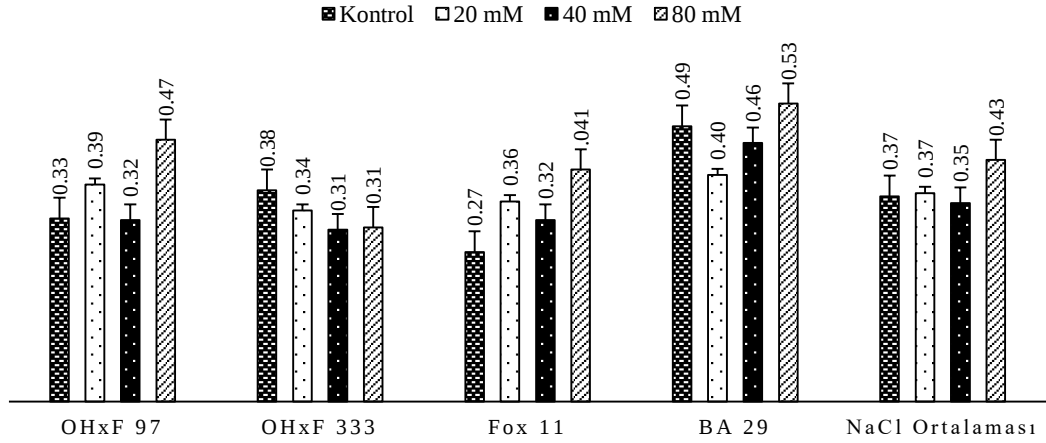
Uygulamaların ortalamalarına bakıldığında; 80 mM (%0.43) NaCl uygulaması yapılan anaçların Mg^{2+} miktarları diğer uygulamalara kıyasla önemli derecede artış göstermiştir. Kontrol (%0.37), 20 mM (%0.37) ve 40 mM (%0.35) NaCl uygulamalarında ise Mg^{2+} içeriğinin önemli derecede değişmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.34).

Anaçların ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek Mg^{2+} miktarı BA 29 (%0.47) anacında elde edilmiş ve bu anaç diğerk anaçlardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (izelge 4.34).

şekil 4.88. ve 4.89.; 2017 yılında uygulamalar neticesinde anaç yapraklarında meydana gelen Ca^{2+} ve Mg^{2+} miktarlarındaki değişimi ifade etmektedir.



şekil 4.88. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Ca^{2+} miktarı (%) zerine etkisi



şekil 4.89. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mg^{2+} miktarı (%) zerine etkisi

2018 yılı uygulamalarında anaç yapraklarında elde edilen Ca^{2+} ve Mg^{2+} miktarları ile istatistik sonuçları izelge 4.35.'te paylaşılmıştır. Hem Ca^{2+} hem de Mg^{2+} miktarı üzerine anaç $\times$ uygulama interaksiyonu önemsiz bulunmuş ve sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde sunulmuştur. 2018 yılında Ca^{2+} miktarına herhangi bir faktör etki etmezken, Mg^{2+} miktarı üzerine anaç faktörü etkili bulunmuştur.

Çizelge 4.35. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Ca^{2+} (%) ve Mg^{2+} (%) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Ca^{2+} (%)	Kontrol	1.80 ^{Öd}	1.62	1.98	2.08	1.87 ^{Öd}
	20 mM	1.75	1.88	1.79	1.98	1.85
	40 mM	2.28	1.80	1.61	2.34	2.01
	80 mM	1.98	1.94	1.64	1.96	1.88
	Ortalama	1.95 ^{Öd}	1.81	1.76	2.09	-
Mg^{2+} (%)	Kontrol	0.16A*3	0.13A3**	0.25A2	0.35A1	0.22 ^{Öd}
	20 mM	0.23A1	0.15A1	0.24A1	0.24A1	0.21
	40 mM	0.24A1	0.19A1	0.22A1	0.31A1	0.24
	80 mM	0.17A23	0.12A3	0.21A12	0.26A1	0.19
	Ortalama	0.20 ^{B***}	0.15 ^C	0.23 ^B	0.29 ^A	-
		Ca^{2+}		Mg^{2+}		
Anaç		Öd		*		
Uygulama		Öd		Öd		
Anaç x Uygulama		Öd		Öd		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2017 yılında yapraklardaki Ca^{2+} miktarı %2.34 (BA 29, 40 mM NaCl) ile %1.61 (Fox 11, 40 mM NaCl) arasında belirlenmiştir. Ca^{2+} bakımından önemli bir değişim görülmesine de 80 mM NaCl stresine maruz kalan OHxF anaçlarında miktarın nispeten arttığı, Fox 11 ve BA 29 anacında ise nispeten azaldığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.35).

Uygulama ortalamalarına göre inceleme yapıldığında; anlamlı bir değişimin olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.35).

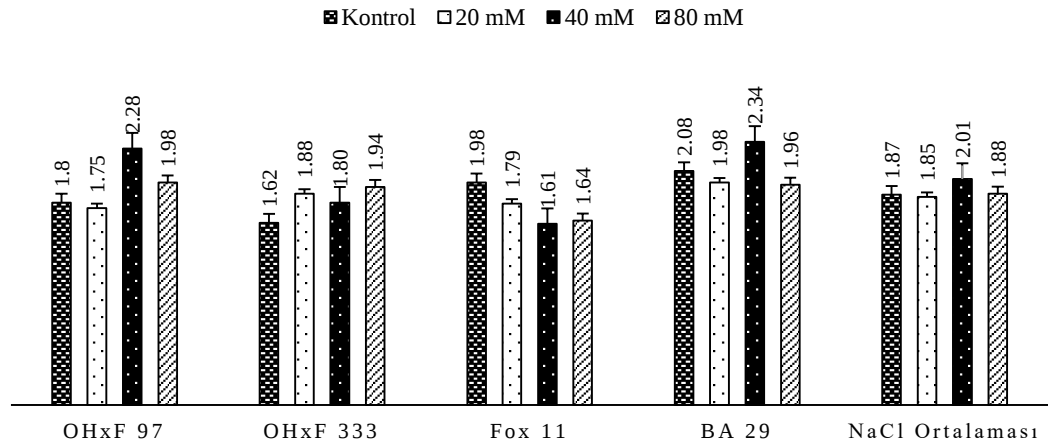
Anaç ortalamalarında ise anaçlar arasında önemli şekilde fark saptanmamıştır. BA 29 anacı nispeten daha fazla Ca^{2+} ihtiva etmiştir (Çizelge 4.35).

2018 yılında yapraklardaki Mg^{2+} miktarı %0.35 (BA 29, kontrol) ile %0.12 (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur. 2018 yılında anaç yapraklarındaki Mg^{2+} miktarının uygulamalara göre değişmediği saptanmıştır. OHxF 97 anacın tüm NaCl uygulamalarında, OHxF 333 anacının ise 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında kontrole göre artış söz konusu olsa da bu artışın önemli olmadığı görülmüştür. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında ise en yüksek Mg^{2+} miktarı kontrol uygulamalarında ortaya çıkmış, tüm NaCl uygulamaları nispeten daha düşük Mg^{2+} içermiştir (Çizelge 4.35).

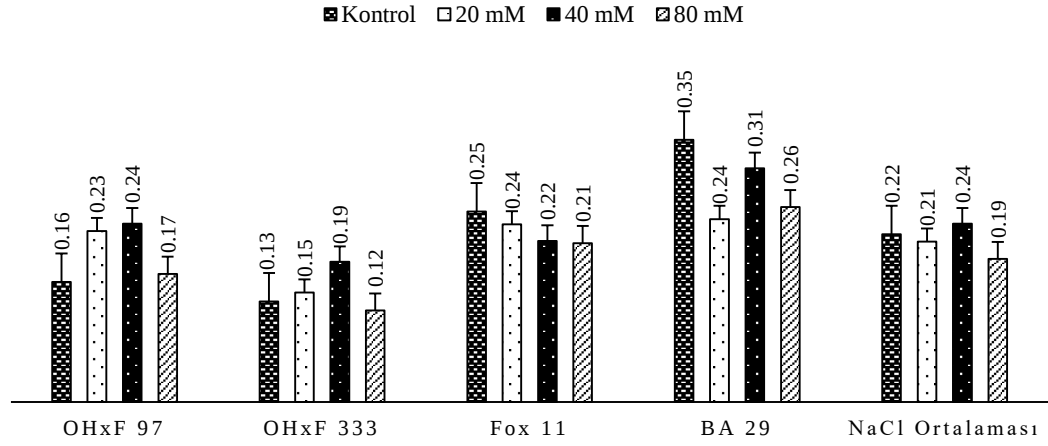
Uygulamalara göre anaçların Mg^{2+} içeriğinde ise kontrol grubunda en yüksek ve en düşük miktarlar sırasıyla BA 29 (%0.35) ve OHxF (OHxF 333; %0.13 ve OHxF 97; %0.16) anaçlarında belirlenmiştir. Bu uygulamada BA 29 anacı tüm anaçlardan farklılık göstermiştir. OHxF anaçları arasında fark oluşmazken diğer anaçlardan farklılık gösterdikleri saptanmıştır. 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde de benzer durum ortaya çıkmış ve en yüksek Mg^{2+} içeriği BA 29 (%0.26) anacında görülmüştür. İlaveten BA 29 anacı kontrol grubunda olduğu gibi OHxF anaçlarından istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Uygulama ortalamaları arasında önemli fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.35). Anaçların ortalamaları dikkate alındığında; en yüksek ve en düşük Mg^{2+} miktarları sırasıyla BA 29 (%0.29) ile OHxF 333 (%0.15) anaçlarında belirlenmiş, bu anaçlar birbirlerinden ve diğer anaçlarından istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir (Çizelge 4.35).

2018 yılı uygulamalarında yapraklarda ortaya çıkan Ca^{2+} ve Mg^{2+} değişimleri sırasıyla Şekil 4.90. ve 4.91.'de verilmiştir.



Şekil 4.90. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Ca^{2+} miktarı (%) üzerine etkisi



Şekil 4.91. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mg^{2+} miktarı (%) üzerine etkisi

4.3.7.4. NaCl stresinin yapraklardaki demir, bakır ve mangan miktarı üzerine etkisi

Çizelge 4.36., 2017 yılındaki uygulamalar neticesinde anaç yapraklarındaki Fe^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} miktarlarını ve istatistik analiz sonuçlarını yansıtmaktadır. 2017 yılında Fe^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} miktarları üzerine anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz çıkmış, sonuçlar ikili karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Ayrıca Fe^{2+} ve Mn^{2+} miktarlarına anaç faktörünün, Cu^{2+} miktarına ise uygulama faktörünün etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.36. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Fe^{2+} (ppm), Cu^{2+} (ppm) ve Mn^{2+} (ppm) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Fe^{2+} (ppm)	Kontrol	72.35 ^{Öd}	74.25	74.55	81.72	76.22 ^{AB***}
	20 mM	78.31	71.92	69.34	72.10	72.92 ^{BC}
	40 mM	69.33	65.60	76.06	69.12	70.03 ^C
	80 mM	81.52	69.23	85.36	81.53	79.41 ^A
	Ortalama	75.38 ^{Öd}	70.25	76.33	76.62	-
Cu^{2+} (ppm)	Kontrol	7.15A*12	7.21A12**	10.08A1	5.16A2	7.40 ^{Öd}
	20 mM	6.72A1	8.83A1	8.03B1	7.16A1	7.68
	40 mM	7.59A1	8.90A1	8.85AB1	6.02A1	7.84
	80 mM	6.56A2	8.30A1	7.57B12	4.88A3	6.83
	Ortalama	7.00 ^B	8.31 ^A	8.63 ^A	5.81 ^C	-
Mn^{2+} (ppm)	Kontrol	44.33A1	45.14A1	46.24A1	50.48B1	46.55 ^B
	20 mM	46.91A1	44.90A1	45.58A1	43.62C1	45.26 ^B
	40 mM	43.00A1	42.80A1	52.93A1	45.44C1	46.04 ^B
	80 mM	52.19A12	44.43A2	55.14A1	55.70A1	51.86 ^A
	Ortalama	46.61 ^{Öd}	44.32	49.97	48.81	-
		Fe^{2+}		Cu^{2+}		Mn^{2+}
Anaç		Öd		*		Öd
Uygulama		*		Öd		*
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		Öd

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2017 yılında, yapraklardaki Fe^{2+} miktarı 85.36 ppm (Fox 11, 80 mM NaCl) ile 65.60 ppm (OHxF 333, 40 mM NaCl) arasında değişmiştir. 2017 yılı verileri, anaç ve uygulamalara göre yapraklarda Fe^{2+} miktarının değişmediğini göstermiştir (Çizelge 4.36).

Uygulamaların ortalamalarına göre en yüksek Fe^{2+} miktarı 80 mM (79.41 ppm) NaCl uygulamasında bulunmuş, 20 mM (72.92 ppm) ve 40 mM (70.03 ppm) NaCl uygulamalarından farklı olduğu saptanmıştır. İlaveten kontrol (76.22 ppm) uygulaması da daha fazla Fe^{2+} miktarına sahip olarak 40 mM NaCl uygulamasından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.36).

Anaçlar ortalamaları arasında Fe^{2+} miktarı bakımından önemli fark saptanmamıştır (Çizelge 4.36).

2017 yılında Cu^{2+} miktarı, 10.08 ppm (Fox 11, kontrol) ile 4.88 ppm (BA 29, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur. Cu^{2+} miktarının OHxF 97, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında uygulamalardan etkilenmediği görülmüştür. Fox 11 anacında ise en yüksek Cu^{2+} içeriği kontrol uygulamasında elde edilmiş, 20 mM (8.03 ppm) ve 80 mM (7.57 ppm) NaCl uygulamaları ile arasında önemli derecede fark ortaya çıkmıştır. Uygulama ortalamalarına göre anaç yapraklarındaki Cu^{2+} miktarı değerlendirildiğinde; 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında anaçlar arasında fark belirlenmemiştir. Kontrol (5.16 ppm) ve 80 mM NaCl uygulamalarında ise en düşük Cu^{2+} içeriği BA 29 anacında saptanmıştır. Kontrol uygulamalarında Fox 11 anacından, 80 mM NaCl uygulamalarında ise tüm anaçlardan istatistik olarak önemli şekilde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Uygulamaların ortalamalarında istatistiksel anlamda fark çıkmasa da 80 mM (6.83 ppm) NaCl uygulamasında Cu^{2+} içeriğinin diğer uygulamalara göre nispeten azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.36).

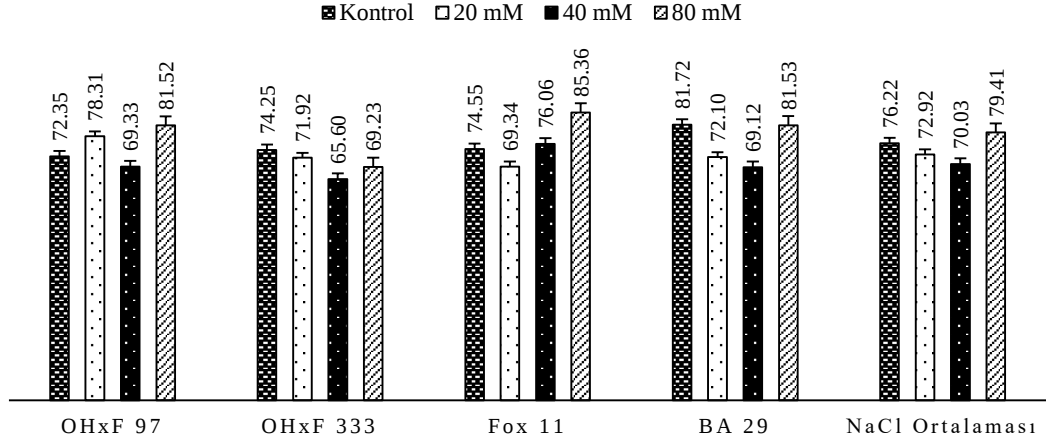
Anaçların ortalamalarında ise en düşük Cu^{2+} içeriği saptanan BA 29 (5.81 ppm) anacının tüm anaçlardan farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Araştırmada 2017 yılında yapraklardaki Mn^{2+} miktarı 55.70 ppm (BA 29, 80 mM NaCl) ile 42.80 ppm (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında çıkmıştır. OHxF 97, OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında Mn^{2+} içeriği uygulamalardan etkilenmemiştir. BA 29 anacında ise en yüksek Mn^{2+} miktarı 80 mM NaCl uygulamalarında görülmüştür ve tüm uygulamalardan farklılık göstermiştir. Uygulamalara göre anaçların Mn^{2+} miktarları ele alındığında; kontrol, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında Mn^{2+} içeriğinin değişmediği saptanmıştır. 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde ise anaçlara göre Mn^{2+} miktarı etkilenmiş, en düşük Mn^{2+} içeriği OHxF 333 (44.43 ppm) anacında belirlenerek, bu anacın Fox 11 (54.14 ppm) ve BA 29 (55.70 ppm) anacından farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

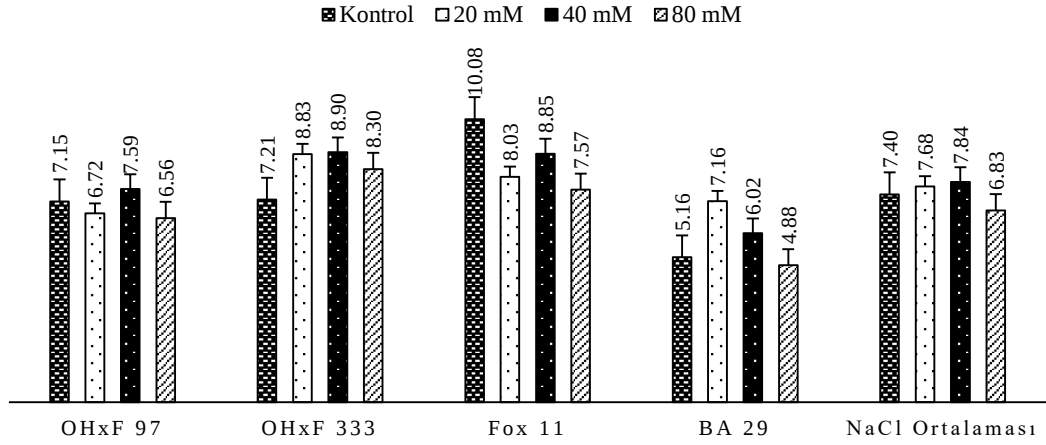
Uygulamaların ortalamalarına göre en yüksek Mn^{2+} içeriği 80 mM (51.86 ppm) NaCl uygulamasında bulunmuş ve diğer uygulamalardan farklılık göstermiştir (Çizelge 4.36).

Anaçların ortalamaları incelendiğinde, Mn^{2+} miktarı bakımından anaçlar arasında fark oluşmamıştır (izelge 4.36).

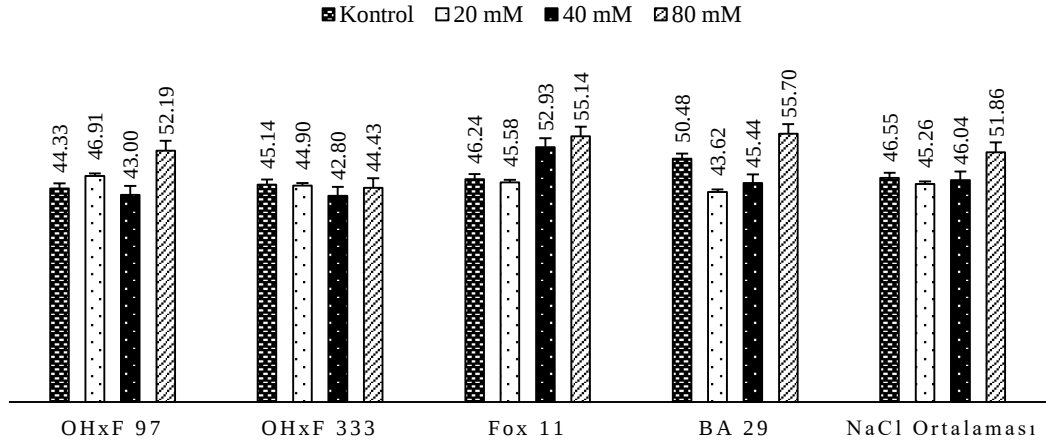
2017 yılında yapılan uygulamalar neticesinde şekil 4.92., 4.93. ve 4.94.'te sırasıyla Fe^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} içeriğinin değişimi sunulmuştur.



şekil 4.92. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Fe^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi



şekil 4.93. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Cu^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi



Şekil 4.94. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mn^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi

2018 yılında gerçekleştirilen NaCl uygulamalarında anaç yapraklarındaki Fe^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} miktarları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.37.'de gösterilmiştir. Bahsedilen elementler bakımından 2018 yılında da anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş, veriler ikili karşılaştırma şeklinde sunulmuştur. İlaveten anaç ve uygulama faktörleri Fe^{2+} miktarı üzerine önemli, Cu^{2+} ve Mn^{2+} miktarı üzerine ise önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.37. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Fe²⁺ (ppm), Cu²⁺ (ppm) ve Mn²⁺ (ppm) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Fe ²⁺ (ppm)	Kontrol	61.88A [*] 12	55.25A2 ^{**}	67.54A1	68.53A1	63.30A ^{***}
	20 mM	52.99A1	55.59A1	58.09A1	62.61A1	57.32 ^{BC}
	40 mM	61.56A1	58.92A1	65.04A1	64.45A1	62.49 ^{AB}
	80 mM	46.26A2	52.12A2	62.72A1	55.87A12	54.24 ^C
	Ortalama	55.67 ^B	55.47 ^B	63.35 ^A	62.86 ^A	-
Cu ²⁺ (ppm)	Kontrol	5.14 ^{Öd}	5.23	6.78	13.28	7.61 ^{Öd}
	20 mM	4.42	5.05	6.31	7.06	5.71
	40 mM	5.33	5.17	5.01	14.25	7.44
	80 mM	10.20	4.37	4.85	4.17	5.77
	Ortalama	6.27 ^{Öd}	4.96	5.61	9.69	-
Mn ²⁺ (ppm)	Kontrol	52.23 ^{Öd}	50.51	51.64	55.06	52.36 ^{Öd}
	20 mM	52.76	42.88	51.12	50.28	49.26
	40 mM	40.01	51.43	44.66	45.72	46.21
	80 mM	42.07	43.06	50.11	47.13	45.59
	Ortalama	46.77 ^{Öd}	46.97	50.13	49.55	-
		Fe ²⁺		Cu ²⁺		Mn ²⁺
Anaç		*		Öd		Öd
Uygulama		*		Öd		Öd
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		Öd

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

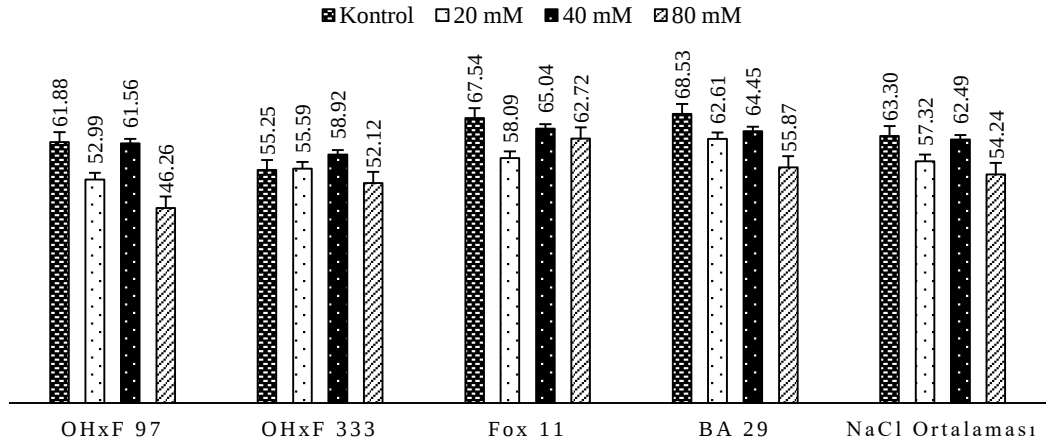
2018 yılında yapraklardaki Fe²⁺ miktarı 68.53 ppm (BA 29, kontrol) ile 52.12 ppm (OHxF 333, 80 mM NaCl) arasında bulunmuştur. Bu yılda anaçların kendi arasındaki uygulamalarda Fe²⁺ miktarının değişmediği tespit edilmiştir. Ancak OHxF 333 anacı dışındaki tüm anaçlarda NaCl uygulamaları sonucunda Fe²⁺ miktarının nispeten azaldığı belirlenmiştir. Uygulamalara göre anaçlar değerlendirildiğinde; yapraklardaki nispeten daha yüksek Fe²⁺ içeriği 20 mM (62.61 ppm) ve 40 mM (64.45 ppm) NaCl uygulamalarında BA 29 anacında görülmüştür. Kontrol uygulamasında en düşük Fe²⁺ miktarı OHxF 333 (55.25 ppm) anacında tespit edilmiş, Fox 11 (67.54 ppm) ve BA 29 (68.53 ppm) anaçları ile arasında önemli derecede fark olduğu ortaya çıkmıştır. 80 mM NaCl uygulamasında ise en yüksek Fe²⁺ miktarı Fox 11 (62.72 ppm) anacında saptanmış ve OHxF (OHxF 333; 52.12 ppm, OHxF 97; 46.26 ppm) anaçları ile arasında önemli derecede fark oluşmuştur (Çizelge 4.37).

Uygulama ortalamalarına göre en yüksek Fe^{2+} miktarı kontrol (63.30 ppm) bitkilerinde, en düşük Fe^{2+} içeriği ise 80 mM (54.24 ppm) NaCl uygulamasında bulunmuştur. Kontrol (63.30 ppm) uygulaması, 20 mM (57.32 ppm) ve 80 mM (54.24 ppm) NaCl uygulamalarından, 80 mM NaCl uygulaması ise 40 mM (62.49 ppm) NaCl uygulamasından farklılık göstermiştir (Çizelge 4.37).

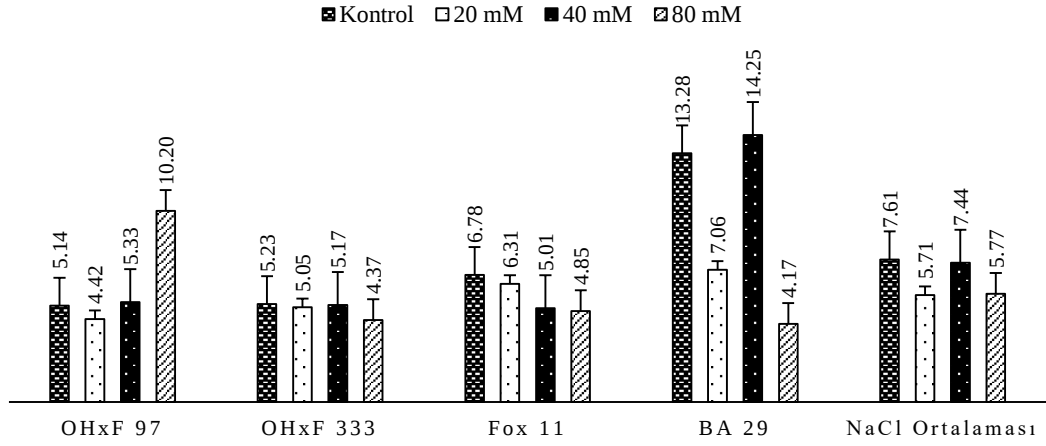
Anaçların ortalamaları değerlendirildiğinde; en yüksek Fe^{2+} miktarının Fox 11 (63.35 ppm) ve BA 29 (62.86 ppm) anaçlarında olduğu ve bu anaçların OHxF anaçlarından farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.37).

2018 yılında Cu^{2+} miktarları 13.28 ppm (BA 29, kontrol) ile 4.17 ppm (BA 29, 80 mM NaCl) arasında, Mn^{2+} miktarı ise 55.06 ppm (BA 29, kontrol) ile 40.01 ppm (OHxF 97, 40 mM NaCl) arasında çıkmıştır. Belirtilen elementler ile uygulama ve anaçlar arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir (Çizelge 4.37).

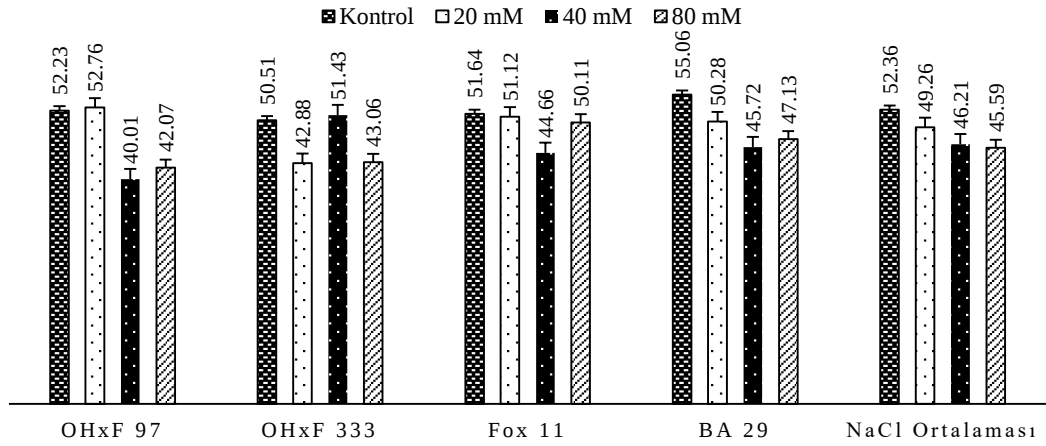
2018 yılında gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde yapraklardaki Fe^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} değişimleri sırasıyla Şekil 4.95., 4.96. ve 4.97.'de verilmiştir.



Şekil 4.95. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Fe^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi



Şekil 4.96. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Cu^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi



Şekil 4.97. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Mn^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi

4.3.7.5. NaCl stresinin yapraklardaki çinko ve bor miktar üzerine etkisi

2017 yılında anaçlarda yapılan tuz stresi uygulamalarının yapraklardaki Zn^{2+} ve B^{+} miktarı üzerine etkisinde anaç $\times$ uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş, yapılan ikili karşılaştırmalara göre her iki element üzerine de sadece anaç faktörünün etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.38.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.38. 2017 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Zn^{2+} (ppm) ve B^+ (ppm) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Zn^{2+} (ppm)	Kontrol	16.90A ^{*12}	15.03A2 ^{**}	21.00A1	15.81A2	17.18 ^{Öd}
	20 mM	16.43A1	15.07A1	18.40A1	14.64A1	16.14
	40 mM	16.57A1	14.71A1	20.15A1	16.21A1	16.91
	80 mM	16.50A1	14.86A1	17.71A1	15.35A1	16.11
	Ortalama	16.60 ^{B***}	14.92 ^B	19.31 ^A	15.50 ^B	-
B^+ (ppm)	Kontrol	27.91A1	24.53A1	24.35A1	23.93A1	25.18 ^{Öd}
	20 mM	24.39A1	25.05A1	22.79A1	24.79A1	24.25
	40 mM	26.81A1	26.21A1	23.25A1	23.54A1	24.95
	80 mM	23.86A12	25.84A1	23.78A12	21.65A2	23.78
	Ortalama	25.74 ^A	25.41 ^A	23.54 ^B	23.48 ^B	-
		Zn^{2+}		B^+		
Anaç		*		*		
Uygulama		Öd		Öd		
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2017 yılında yapraklardaki Zn^{2+} miktarı 21.00 ppm (Fox 11, kontrol) ile 14.64 ppm (BA 29, 20 mM NaCl) arasında belirlenmiştir. Anaçlarda yapılan değerlendirmede; uygulamalara göre Zn^{2+} miktarında değişim olmadığı görülmüştür. Ancak nispeten daha düşük Zn^{2+} miktarları 80 mM NaCl uygulamasında elde edilmiştir. Uygulamalar baz alınarak anaçların Zn^{2+} içerikleri değerlendirildiğinde; farklılığın sadece kontrol uygulamasında olduğu, en yüksek Zn^{2+} miktarına sahip olan Fox 11 anacının OHxF 333 (15.03 ppm) anacı ile arasında istatistiksel fark olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.38).

Uygulama ortalamalarına göre NaCl uygulamaları Zn^{2+} içeriğini değiştirmemiştir. Ancak tüm NaCl uygulamalarında kontrol grubuna göre nispeten daha düşük Zn^{2+} miktarları tespit edilmiştir (Çizelge 4.38).

Anaçlar ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek Zn^{2+} miktarına sahip olan Fox 11 (19.31 ppm) anacının diğer anaçlardan farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.38).

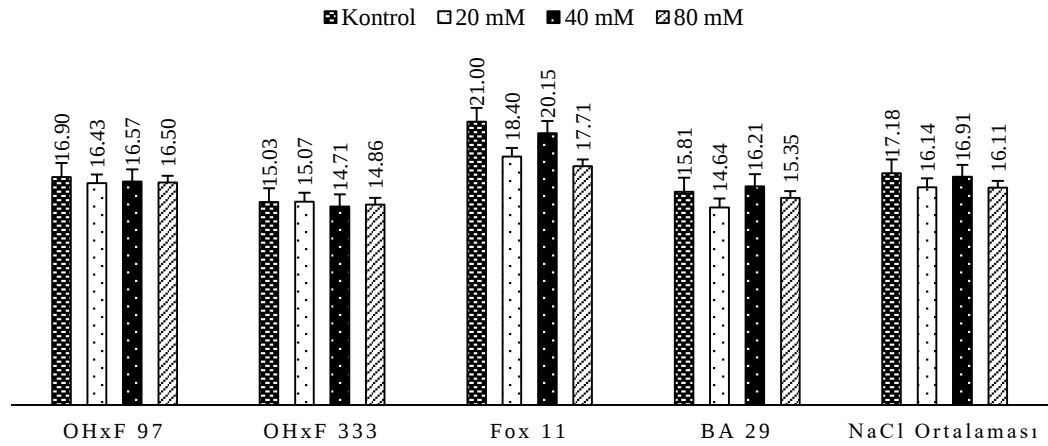
2017 yılında yapraklardaki B^+ miktarı 27.91 ppm (OHxF 97, kontrol) ile 21.65 ppm (BA 29, 80 mM NaCl) arasında değişim göstermiştir. 2017 yılında anaçların kendi

içerisinde yapılan kıyaslamalarda NaCl uygulamalarının yapraklardaki B⁺ miktarına etkisinin olmadığı saptanmıştır. Uygulamalara göre anaçların B⁺ miktarları karşılaştırıldığında kontrol, 20 mM ve 40 mM uygulamalarında B⁺ miktarı anaçlardan etkilenmemiştir. 80 mM NaCl uygulamasına maruz kalan bitkilerde ise en düşük B⁺ içeriği BA 29 anacında elde edilmiş ve bu anaç OHxF 333 (25.84 ppm) anacından istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 4.38).

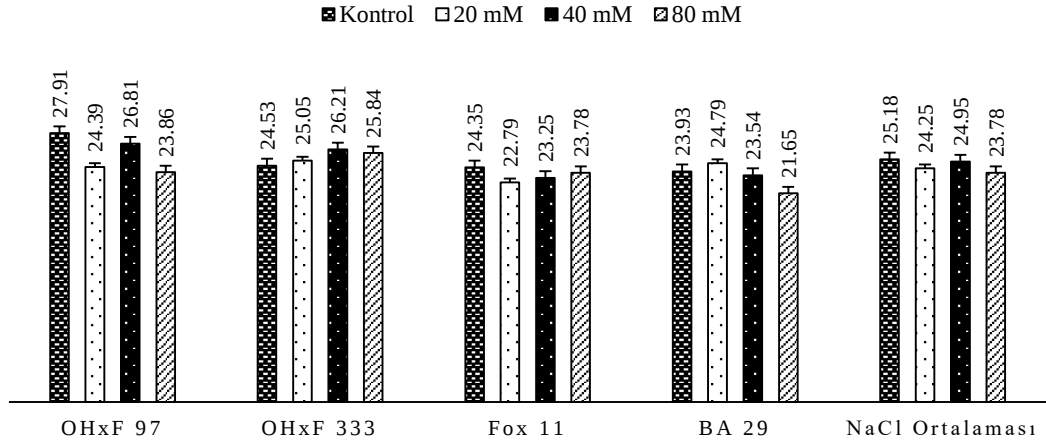
Uygulamaların ortalamalarına göre B⁺ miktarı NaCl uygulamalarından etkilenmemiştir (Çizelge 4.38).

Anaçların ortalamaları incelendiğinde ise B⁺ miktarı OHxF (OHxF 97; 25.74 ppm, OHxF 333; 25.41 ppm) anaçlarında daha yüksek olduğu bulunmuş ve Fox 11 (23.54 ppm) ile BA 29 (23.48 ppm) anaçlarından önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.38).

Şekil 4.98. ve 4.99.; 2017 yılında yapılan uygulamaların, yapraklardaki sırasıyla Zn²⁺ ve B⁺ miktarı değişimlerini temsil etmektedir.



Şekil 4.98. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Zn²⁺ miktarı (ppm) üzerine etkisi



Şekil 4.99. 2017 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki B⁺ miktarı (ppm) üzerine etkisi

Çizelge 4.39.; 2018 yılında NaCl uygulamalarına maruz kalan anaç yapraklarının Zn²⁺ ve B⁺ miktarları ile istatistik sonuçlarını temsil etmektedir. 2018 yılında da Zn²⁺ ve B⁺ miktarları bakımından anaç × uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş, sonuçlar ikili karşılaştırma yapılarak verilmiştir. Yapraklardaki Zn²⁺ ve B⁺ miktarları anaç faktöründen etkilenirken, uygulama faktörü sadece Zn²⁺ miktarını etkilemiştir.

Çizelge 4.39. 2018 yılı NaCl uygulamalarının farklı armut ve ayva anaçlarında Zn²⁺ (ppm) ve B⁺ (ppm) miktarı üzerine etkisi

Mineral maddeler	Uygulamalar	Anaçlar				
		OHxF 97	OHxF 333	Fox 11	BA 29	Ortalama
Zn ²⁺	Kontrol	12.85A*2	13.86A2**	21.05A1	16.15A2	15.98A***
	20 mM	13.05A1	12.79A1	15.03B1	14.58A1	13.86 ^{BC}
	40 mM	13.22A1	15.37A1	14.86B1	17.53A1	15.24 ^{AB}
	80 mM	11.11A1	12.10A1	13.31B1	12.50A1	12.26 ^C
	Ortalama	12.56 ^C	13.53 ^{BC}	16.06 ^A	15.19 ^{AB}	-
B ⁺	Kontrol	34.17A1	32.89A1	20.84A2	20.45A2	27.09 ^{Öd}
	20 mM	27.18A1	29.54A1	20.59A1	25.20A1	25.63
	40 mM	26.00A12	28.72A1	21.91A23	19.82A3	24.11
	80 mM	24.77A1	27.16A1	20.23A1	22.20A1	23.59
	Ortalama	28.03 ^A	29.58 ^A	20.89 ^B	21.92 ^B	-
		Zn ²⁺		B ⁺		
Anaç		*		*		
Uygulama		*		Öd		
Anaç × Uygulama		Öd		Öd		

*Büyük harfler uygulamalar; **sayılar anaçlar; ***üslü harfler anaç ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). **Öd**: Önemli değil.

2018 yılında, Zn^{2+} miktarı 21.05 ppm (Fox 11, kontrol) ile 11.11 ppm (OHxF 97, 80 mM NaCl) arasında değişmiştir. OHxF 97, OHxF 333 ve BA 29 anaçlarında Zn^{2+} miktarı NaCl uygulamalarından etkilenmemiştir. Fox 11 anacında ise en yüksek Zn^{2+} miktarı kontrol uygulamasında belirlenmiş ve tüm NaCl uygulamalarından farklı çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçların Zn^{2+} içerikleri ele alındığında anaçlar arası fark sadece kontrol uygulamasında belirlenmiş ve en yüksek Zn^{2+} miktarına sahip olan Fox 11 anacı ile diğer anaçlar arasında önemli derecede farklılık tespit görülmüştür (Çizelge 4.39).

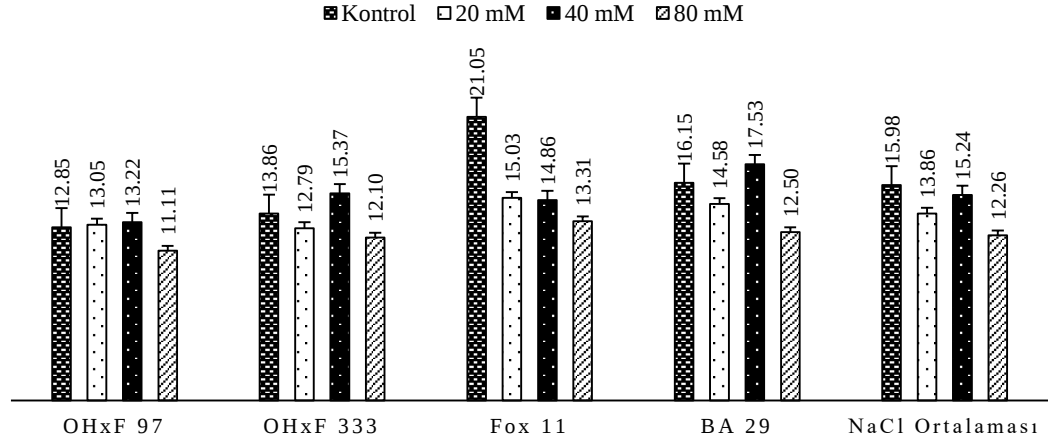
Uygulama ortalamalarına göre en yüksek ve en düşük Zn^{2+} miktarları sırasıyla kontrol (15.98 ppm) ve 80 mM (12.26 ppm) NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Kontrol uygulaması, 20 mM (13.86 ppm) ve 80 mM NaCl uygulamalarından, 80 mM NaCl uygulaması ise 40 mM (15.24 ppm) NaCl uygulamasından farklı bulunmuştur (Çizelge 4.39).

Anaç ortalamalarına göre, en yüksek Zn^{2+} miktarı Fox 11 (16.06 ppm) anacında belirlenmiş ve OHxF (OHxF 97; 12.56 ppm, OHxF 333; 13.53 ppm) anaçları ile arasında fark olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.39).

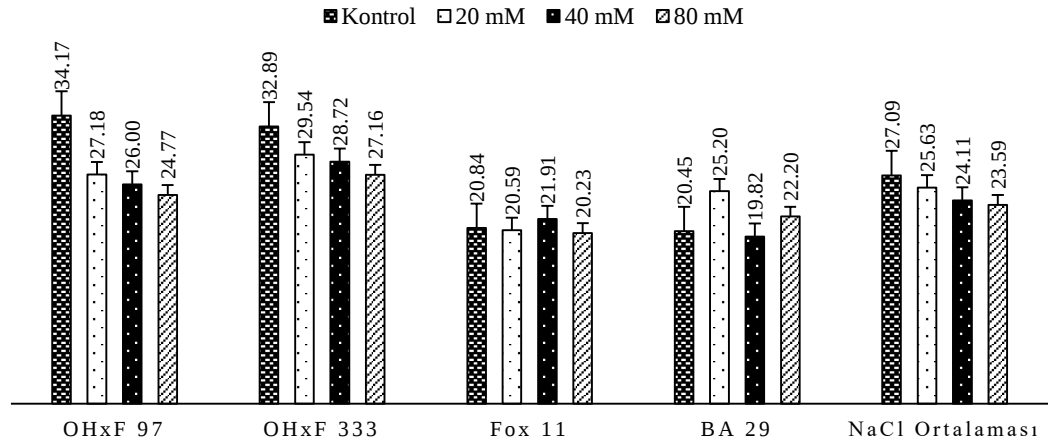
2018 yılında anaç yapraklarındaki B^+ miktarı 34.17 ppm (OHxF 97, kontrol) ile 19.82 ppm (BA 29, 40 mM NaCl) arasında belirlenmiştir. Her anacın kendi içerisinde yapılan karşılaştırmalarda uygulamalara göre B^+ miktarında değişim olmadığı görülmüştür. Özellikle OHxF anaçlarında B^+ miktarının NaCl uygulamaları ile önemsiz şekilde azaldığı ortaya çıkmıştır. Uygulamalara göre anaçlar incelendiğinde; B^+ miktarında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Kontrol uygulamasında OHxF (OHxF 97; 34.17 ppm, OHxF 333; 32.89 ppm) anaçlarında daha yüksek B^+ içeriği belirlenmiş ve Fox 11 (20.84 ppm) ile BA 29 (20.45 ppm) anaçlarıyla aralarında fark elde edilmiştir. 40 mM NaCl uygulamasında ise en yüksek B^+ miktarı OHxF 333 (28.72 ppm) anacında ortaya çıkmış, bu anacın Fox 11 (21.91 ppm) ve BA 29 (19.82 ppm) anaçlarından farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.39).

Uygulamaların ortalamalarına göre fark ortaya çıkmazken, anaçların ortalamalarında en yüksek B^+ içeriğine sahip olan OHxF (OHxF 333; 29.58 ppm, OHxF 97; 28.03 ppm) anaçlarının diğer anaçlardan farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

2018 yılında gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde yapraklarda meydana gelen Zn^{2+} ve B^+ miktarı değişimleri sırasıyla Şekil 4.100. ve Şekil 4.101.'de ifade edilmiştir.



Şekil 4.100. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki Zn^{2+} miktarı (ppm) üzerine etkisi



Şekil 4.101. 2018 yılı NaCl uygulamalarının yapraklardaki B^+ miktarı (ppm) üzerine etkisi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yürütülen bu çalışmada, dünyada ve ülkemizde armut yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan OHxF 97, OHxF 333, Fox 11 ve BA 29 anaçlarının saksıda bulunan bir yaşlı bitkilerine farklı konsantrasyonlarda NaCl uygulanmış ve anaçların tuz stresine tolerans/hassasiyet durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla iki farklı vejetasyon döneminde gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde stres altındaki bitkilerin göstermiş olduğu morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal değişimler araştırılmış ve anaçların tuz stresine tolerans/hassasiyet özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunulmuştur.

Tuz stresi bir bitkinin neredeyse tüm fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerini olumsuz yönde etkilemekte (Foolad, 2004; Misra ve Gupta, 2005), böylece bitkilerin gelişmesi ile verimliliğinde kısıtlamalara neden olmaktadır (Kotagiri ve Kolluru, 2017). Her ne kadar tuz stresi sonucu glikofit bitkilerde büyüme ve gelişme olumsuz olarak etkilense de Dajic (2006) tuzluluğa maruz kalan bitkilerde genotipik değişkenliklere bağlı olarak farklı cevaplar ortaya çıktığını bildirmiştir. Hatta tuzluluğa karşı gösterilen bu değişken tepkilerin sadece iki farklı bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerli olduğu ifade edilmiştir (Munns, 2002; Jogaiah vd., 2014). Öte yandan toprak kaynaklı stres faktörlerine karşı bitkilerin tolerans kazanabilmesi adına anaçlar kullanılmaktadır (Tavallali ve Karimi, 2019). Bu ifadeyi tuz stresi ile ilişkilendirecek olursak; Grattan ve Grieve (1999) “*Odunlu bitkilerde tuzluluğa tolerans toksik iyonların üst aksamına taşınmasını sınırlama yeteneği ile ilişkilidir*” savını örnek gösterebiliriz. Pek çoğu glikofit sınıf içerisinde yer alan ılıman iklim meyve ağaçları genelinde mevcut görüş tartışıldığında, anaçların Na^+ ve Cl^- gibi yüksek miktarları bitkiler için toksik olan iyonları dışlama veya alımını sınırlama yeteneklerinin farklılık gösterdiği, bu durumun da üst aksamına zararlı iyonların taşınmasını etkilediği ifadesi karşımıza çıkmaktadır (Okubo vd., 2000; García-Sánchez vd., 2002; Levy ve Syvertsen, 2003; Moya vd., 2003; García-Legaz vd., 2005; Martinez-Rodriguez vd., 2008; Dejampour vd., 2012). Yukarıda sunulan ifadeler ışığında, anaçların rolünün tuzlu koşullar altında ağaçların performansını belirlemede kritik olduğunu (Grattan ve Grieve, 1999), yapraklardaki tuz birikiminin başlıca anaç genotipi tarafından kontrol edildiğini (Santa-Cruz vd., 2002), uygun anaç seçimi ile tuzluluğun olumsuz etkilerinin azalabileceğini veya tuza toleransının artabileceğini belirtmek doğru

olacaktır (Francois ve Maas, 1994; Okubo vd., 2000; Fisarakis vd., 2001; Mickelbart ve Arpaia, 2002; García-Sánchez vd., 2006; Colla vd., 2010; Verma vd., 2010; Upreti vd., 2012; Huang vd., 2013; Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016b). Gerçekleştirilen bu çalışmada da armut yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan *Pyrus communis* L. ile *Cydonia oblonga* L. türlerinde NaCl stresi altında farklı tepkiler ortaya çıkmış ve elde edilen sonuçların armut ve ayva türlerinde daha önce yapılan tuz stresi çalışmaları ile benzerlik taşıdığı bulunmuştur (Myers ve West, 1989; Maas, 1993; Okubo ve Sakuratani, 2000; Okubo vd., 2000; Matsumoto vd., 2006; Musacchi vd., 2006; Sarah, 2009; Wu ve Zou, 2009).

Tuz stresi fotosentez, solunum ve protein sentezinde azalmaya, nükleik asit metabolizmasında ise zarara neden olarak bitki büyüme ve gelişmesini kısıtlamaktadır (Lambers, 1985; Levine vd., 1990). Parida ve Das (2005) tarafından, bitkilerde tuzluluğa karşı verilen ilk tepkilerin stres yoğunluğuna bağlı olarak büyümenin sekteye uğraması olduğu belirtilmiştir. Bu duruma ise başlıca Na⁺ iyonunun neden olduğu, belirtilen iyonun aşırı miktarda birikmesi sonucunda hücre büyüme ve bölünmesini engellediği ifade edilmiştir (Munns ve Tester, 2008). Halofit bitki türlerinde büyüme oranının azalması ancak çok yüksek tuz konsantrasyonlarında ortaya çıkarken, glikofit türlerde eşik tuz değerinin çok altında bile zararlanmalar görülmektedir. Bugüne kadar tuza duyarlı olan türlerde yapılan çalışmalar tuz stresi ile birlikte bitki büyüme oranının azaldığını ve bu oranın stres yoğunluğundan etkilendiğini göstermektedir (Ruiz vd., 1997; López-Gómez vd., 2007; Martinez-Rodriguez vd., 2008; Ferreira-Silva vd., 2010; Dejampour vd., 2012; Yıldız vd., 2015; Abdallah vd., 2016; Forieri vd., 2016; Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a; Singh vd., 2016; Zrig vd., 2016; Hussain vd., 2018). Ayrıca Greenway ve Munns, (1980) tarafından tuz stresi altında büyümedeki azalmanın muhtemel nedeni; köklerden sürgünlere sitokinin taşınımının engellenmesinden kaynaklandığı yönündedir. Yapmış olduğumuz bu çalışmanın sonuçları daha önce farklı türlerde yapılan tuz stresi çalışmaları ile benzerlik göstermiş ve anaç boylarının NaCl'den olumsuz şekilde etkilendiği belirlenmiştir. Özellikle Fox 11 anacında 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerin boy oranları olumsuz şekilde etkilenmiş ve kontrol uygulamalarına kıyasla en fazla % boy azalışları bu bitkilerde görülmüştür. OHxF 97 anacının 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında büyüme oranı azalmışsa da 80 mM NaCl koşullarında bitkiler büyümeye devam etmişlerdir. Ortaya çıkan bu

değişimler OHxF 97 anacının olumsuz şartlara adaptasyon gösterebileceğini işaret etmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar, armut tür/türlerinde tuz stresi sonucunda bitki boyunun azaldığını ve armudun tuz stresinden olumsuz etkilendiğini bildiren önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Myers vd., 1995; Okubo ve Sakuratani, 2000; Okubo vd., 2000; Musacchi vd., 2006). Diğer yandan morfolojik tanımlamalara göre BA 29 anacında, bilhassa 80 mM NaCl uygulanan bitkilerin yapraklarında NaCl zararına bağlı nekrozlar görülmesine rağmen bu anaçta bitki boyunun NaCl'den çok fazla etkilenmediği saptanmıştır. BA 29 anacı daha fazla yan kök yapısına ve bunun getirisi olarak daha yoğun kök hacmine sahip olarak çalışmada yer alan diğer anaçlardan kök yapısı bakımından farklılık göstermektedir. İlaveten yan köklerin su alımlarının daha iyi olduğu ve topraktaki suyu daha etkin bir şekilde kullanabildikleri bilinmektedir (Blum, 1986). BA 29 anacında osmotik stres altında bile ksilem vasıtasıyla su ile mineral madde taşınmasının çok sekteye uğramadan devam etmiş olabileceği öngörülmekte ve bu doğrultuda büyümenin olumsuz yönde etkilenmediği düşünülmektedir. Taiz ve Zeiger (2008), köklerden suyun etkili bir şekilde emilimi için kök yüzeyi ve toprak arasında yakın temasın gerekli olduğu ifade etmiş, su alınımları için gerekli yüzey alanını sağlayan bu temasın, toprak içinde kök ve kök tüylerinin büyümesi sonucu en üst düzeye çıktığını bildirmiştir. İlaveten özellikle kök meristemlerinde sentezlenen sitokinin, ksilem vasıtasıyla üst aksamalara taşınmakta ve buralarda sürgün oluşumunu teşvik etmektedir. Bu bağlamda, BA 29 anacında NaCl stresi altında büyümenin devam etmesinde, belirtilen anatomik ve fizyolojik mekanizmaların da yardımı olabileceği tahmin edilmektedir.

Bitkilerdeki vejetatif gelişmenin tuzlu koşullara karşı duyarlı olduğu çok iyi bilinmektedir (Lazof ve Bernstein, 1998). İster halofit isterse glikofit olsun, tuz stresi altındaki bitkilerde vejetatif büyüme parametreleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Şüphesiz ki gövde ve/veya sürgün çapındaki azalış bu kriterlerden en önemlileri arasındadır. Tuz stresi üzerine yapılan çalışmalar, sürgün çapının tuz stresinden etkilendiğini ve artan tuz konsantrasyonları ile daha ince bitkiler meydana geldiğini bildirmektedir (Bernstein vd., 2001; Duran Zuazo vd., 2003; Zhu vd., 2008; Kchaou vd., 2010; Akça ve Samsunlu, 2012; Küçükyumuk vd., 2014; Nassar vd., 2016; Mehdi-Tounsi vd., 2017). Yapmış olduğumuz bu çalışmada sürgün çapı bakımından elde edilen sonuçlar literatür ile uyumlu bulunmuş, NaCl stresinin ve artan NaCl konsantrasyonunun sürgün çapını azalttığı saptanmıştır. Ayrıca OHxF anaçlarında

ortaya çıkan azalışların daha önemli olduğu, iki yıl verileri göz önüne alındığında ise OHxF 333 anacının sürgün çapında kontrole göre NaCl uygulamaları neticesinde daha büyük oranda azalışın meydana geldiği belirlenmiştir. Fox 11 anacında bitki boyu olumsuz etkilenmesine rağmen gövde çapında önemli değişim olmamıştır. Stres altındaki bitkilerde tepe tomurcuğu oluşarak boyuna büyüme durmakta ancak enine büyüme devam etmektedir. Hücre bölünmesinden başlıca sorumlu olan sitokininin ile fotosentez sonucu üretilen karbonhidratların kambiyum dokularında birikmiş olabileceği ve bu durumdan ötürü enine gelişmenin devam ettiği düşünülmektedir. Gözlemlerimize göre NaCl stresi ilk önce Fox 11 anacında ortaya çıkmış ve tepe tomurcuğu bu anaçta daha erken oluşmuştur. NaCl stresine daha duyarlı olduğunu düşündüğümüz Fox 11 anacında gövde çapı bakımından değişim olmamasının bu durum ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir.

Qados (2011); yaprak alanının bitki gelişmesinde bir ölçü olduğunu ve tuzluluğu da içeren farklı stres faktörleri tarafından etkilenebildiğini ifade etmiştir. Wang ve Nii (2000) ise tuz stresine karşı bitki tarafından verilen ilk hızlı cevabın yaprak yüzey alanı oranındaki azalma olduğunu belirtmişlerdir. Yaprak büyüme oranındaki azalma tuz stresine maruz kalan glikofit bitkilerin gösterdiği en erken tepkilerinden biridir (Munns ve Termaat, 1986) ve bu durumun stomaların kapanmasıyla birlikte su kaybını en aza indirmek için bir kaçınma mekanizması olduğu düşünülmektedir (Torrecillas vd., 2003; Ribeiro vd., 2006). Tuz stresi üzerine farklı türlerde yapılan çalışmalar, yaprak alanının tuzluluktan olumsuz yönde etkilendiğini ve artan stres şiddeti ile yaprak alanı arasında negatif korelasyon olduğunu belirtmektedir (Yeo vd., 1991; Plaut vd., 2000; Raul vd., 2003; Netondo vd., 2004; Mathur vd., 2006; Chen vd., 2007; Zhao vd., 2007; Munns ve Tester, 2008; Zhu vd., 2008; Rui vd., 2009; Kchaou vd., 2010; Zhen vd., 2010; Qados, 2011; Sabra vd., 2012a; Singh vd., 2016). Yapmış olduğumuz çalışmada elde edilen bulgular literatür ile benzerlik taşımış, NaCl stresinin yıllara ve anaçlara göre farklılık göstermesine rağmen yaprak alanını azalttığı saptanmıştır. Ayrıca her iki yılda ve tüm anaçlarda en küçük yaprakların 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda meydana geldiği bulunmuştur. Alberico ve Cramer (1993) tarafından yaprak alanında meydana gelen azalmanın tuz stresine toleransta güvenilir bir gösterge olmadığı ifade edilmiştir. Çiçek ve Çakırlar (2002) bu konuya açıklık getirmiş, tuz stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkisinin yetiştirme ortamında tuz tarafından artan osmotik potansiyel ile ilişkili olduğunu ve böylece kök hücrelerinin

ortamdan gerekli olan suyu temin edemediğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar bu sebeple bazı mineral maddelerin alımının sınırlandığını ve sonuç olarak da metabolizmadaki eksikliklerden dolayı bitkilerin büyüme ve gelişmesinin engellendiğini belirtmişlerdir. Qados (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, bitkilerin %40'ının öldüğü dönemde yaprak alanı ölçümleri yapılmış ve kontrol gruplarına kıyasla hafif stres uygulamalarında yaprak alanının arttığını belirlemiştir. Bu çalışmadan da anlaşılabileceği üzere tuz stresine tolerans kriteri olarak değerlendirilen yaprak alanı değişimleri her türde kullanılabilecek güvenilir bir morfolojik parametre değildir.

Bitki kökleri, toprak ile ilişki içerisinde olan anahtar yapılardır ve abiyotik streslerden birincil olarak zarar görmektedir (Zhong vd., 2019). Nitekim Koyro (2006) bu sava benzer bir ifade ile yaklaşmış ve tuz stresinin başlangıcında ilk olarak kök sisteminin etkilendiğini belirtmiştir. Tuzluluğa tolerans kriterlerinden biri tuz stresi altında bitki kök sisteminde meydana gelen gelişmedir (Carrasco-Ríos ve Pinto, 2014). Çünkü su ve iyon alımının birincil organı olan kökler, kısa ve uzun süreli tuz stresi altında hem morfolojik hem de anatomik karakterleri ile bitkilerin tuzluluğa adaptasyon kapasitesini etkileyebilmektedir (Reinhardt ve Rost, 1995; Maggio vd., 2001). Önceki çalışmalarda kök aktivitesinin olumsuz toprak koşulları ile karşılaştığında dikkat çekici şekilde azaldığı belirlenmiş (Yang vd., 2009), tuz stresi tarafından da kök biyokütlesinin olumsuz şekilde etkilendiği bildirilmiştir (Shalhevet, 1999; Naseer vd., 2001; Bernstein vd., 2004; Zhu vd., 2008; Zhen vd., 2010; Dejampour vd., 2012; Gong vd., 2013; Shaheen vd., 2013; Yıldız vd., 2015; Cirillo vd., 2016; Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a; Carilla vd., 2019). Ancak yukarıda verilen örneklerle karşıt bir görüş de bulunmakta ve tuz stresi altında kök ağırlığının etkilenmediği ifade edilmektedir (Ferreira-Silva vd., 2010; García-Caparrós vd., 2016). Nitekim elde ettiğimiz sonuçlar, daha önce yapılan araştırmalar ile benzerlik göstermektedir. Yaş ve kuru kök ağırlığı açısından, NaCl stresinden daha fazla etkilenen anacın Fox 11 anacı olduğu ortaya çıkmış, diğer anaçların ise önemli şekilde etkilenmediği belirlenmiştir. Tuz stresi ile bitki boyu, yaprak alanı, stoma iletkenliği ve fotosentez etkinliği azalmakta, bunun sonucunda ise bitkisel depo organları olan köklerde kuru madde miktarı azalış göstermektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada stoma iletkenliği bakımından stres altında en önemli azalışların Fox 11 anacında olduğu belirlenmiştir. Stomaların kapanması ile gaz alış-verişi kısıtlandığından

fotosentez kapasitesi azalmaktadır. Bu durumun getirisi olarak fotosentez sonucu elde edilen kuru madde miktarının azalmış olabileceği düşünülmekte ve Fox 11 anacının kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından daha fazla etkilenmesinin bu durumla ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir.

Tuzluluk bitki bünyesinde osmotik ve iyonik stres olmak üzere iki önemli tehdit oluşturmakta (Flower ve Colmer, 2008), bu durum sonucunda bitkilerde bazı morfolojik ve fizyolojik değişimler meydana gelmektedir (Jampeetong ve Brix, 2009). Osmotik stresin etkileri kısa süreli tuzluluğa maruz kalındığında görülürken, iyonik unsurların etkileri uzun süreli tuz stresi altında ortaya çıkmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Munns ve Passioura (1984)'ya göre; dokulardaki Na^+ ve Cl^- gibi zararlı iyonların birikimi bitkiler için toksik seviyelere ulaştığında iyonik stres meydana gelmektedir. İyonik stres ise yaprakların zamanından önce yaşlanmasına ve olgun yapraklarda kloroz ve nekroz gibi toksik belirtilerin görülmesine neden olmaktadır (Munns, 2002; Tester ve Davenport, 2003; Munns vd., 2006). Bir bitkinin tuz stresine karşı göstermiş olduğu tolerans seviyesi, zararlanma puanı ve/veya zararlanma indeksi ile belirlenebilmektedir. Ashraf ve Harris, (2004) ile Wang vd., (2015)'ne göre, bu değerlendirme bitkilerin tuzluluğa karşı vermiş oldukları genel cevabı yansıtmaktadır. Öyle ki bu güne kadar yapılan tuz stresi çalışmalarında görsel zararlanma indeksleri kullanılarak bitkilerin (çeşit/anaç/genotip) tolerans düzeyleri belirlenmiştir (Zuazo vd., 2003; Yin vd., 2010; Zhen vd., 2010; Sabra vd., 2012a; Niu vd., 2017). Nitekim çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar literatüre benzer bulunmuştur. Çalışmada zararlı Na^+ iyonlarının başlıca yapraklarda biriktiği gözlenmiş ve en fazla zararın Fox 11 anacında meydana geldiği görülmüştür. Tüm anaçlarda 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkiler en yüksek zararlanma puanına sahip olmuşlardır. İlaveten Fox 11 ve BA 29 anaçlarında 40 mM NaCl seviyesinde de iyon birikimine bağlı olarak nekrozlar ve klorozlar gözlenmiş, bu duruma bağlı olarak bahsedilen anaçlar zararlanma puanı açısından daha yüksek bulunmuştur. Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirmiş olduğu önemli tolerans mekanizmalarından biri zararlı iyonları dışlanma, köklerde biriktirme veya üst aksamla taşınsa bile gövde ve dallarda tutularak yapraklarda toksik düzeye ulaşmasını engellemektir. Buradan hareketle OHxF anaçlarında böyle bir mekanizmanın var olabileceği düşünülmektedir.

Yüksek tuzluluk seviyelerine maruz kalan bitkilerde, hücre membranlarının yapısında ve fonksiyonlarında sayısız değişimlere yol açan çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal süreçler yaşanmaktadır (Taarit vd., 2010). Tuz stresinin en olumsuz etkilerinden biri olan bitki dokularında aşırı miktarda Na^+ ve Cl^- iyonlarının birikmesi önemli fizyolojik zararlara neden olmaktadır (James vd., 2011). Şüphesiz ki bu hasarlar arasında en önemli olanlardan biri membran kararlılığının bozulmasıdır. Na^+ iyonunun birikimi sonucunda bitki hücrelerinde $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ ile K^+/Na^+ dengesi bozulmakta, zarın fizyolojik ve fonksiyonel yapısı zarar görmekte ve bu durum ise hücre geçirgenliğinin artmasına sebep vermektedir (Levitt, 1980; Yokoi vd., 2002; Sivritepe vd., 2003). Membran bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak elektrolit sızıntısında meydana gelen artış, bitkilerin strese toleransını belirlemede kullanılabilecek uygun bir fizyolojik parametre olarak düşünülmektedir (Bajji vd., 2001; Blokhina vd., 2003; Li vd., 2010; Al Busaidi ve Farag, 2015). Çünkü Mehdi-Tounsi vd. (2017) tarafından bitkilerin hücrel membranlarının bütünlüğünü koruma kapasitesi önemli bir tuzluluğa tolerans mekanizması olarak görülmektedir. Nitekim bugüne kadar tuz stresi üzerine yapılan bazı çalışmalarda tuz tarafından membranların zarar gördüğü ve artan tuz konsantrasyonu ile elektrolit sızıntısında artış olduğu belirlenmiştir (Hautala vd., 1992; Liu ve Baird, 2004; Ferreira-Silva vd., 2008; Maia vd., 2010; Aydın vd., 2012; Falleh vd., 2012; Fu vd., 2013; Wani vd., 2013; Talaat vd., 2015; Hatami vd., 2018). Yapmış olduğumuz çalışmada ise yıllara göre farklılık göstermekle birlikte NaCl stresi sonucunda OHxF 97 ve BA 29 anaçlarının membran geçirgenliğinde artış olduğu belirlenmiştir. İlaveten ilk yıl uygulamaları sonucunda Fox 11 anacının membran geçirgenliğinin nispi de olsa arttığı görülmüştür. Her ne kadar literatür geneli tuz stresi ile membran geçirgenliğinin arttığını, tuzluluğa duyarlı genotiplerde daha fazla elektrolit sızıntısının olduğunu belirtse de farklı görüşlerde bulunmaktadır. Mesela turpta (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015) ve elmada (Aras ve Eşitken, 2019) membran geçirgenliği üzerine tuz stresinin etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Aras ve Eşitken (2019) tarafından elmada kısa süreli tuzluluğun hücre membranlarının bütünlüğüne önemli derecede zarar vermediği ileri sürülmüştür. Musacchi vd. (2006) ise Sydo, MCA ve OHxF 40 anaçlarını 10 hafta boyunca tuz stresine maruz bırakmışlar ve deneme sonunda yapraklarda görsel bir tuz zararı saptamamışlardır. Araştırmacılar, armudun nispeten kısa süreli tuz stresine maruz kaldığında tuzluluğa karşı çok duyarlı olmadığını ifade etmişlerdir. Buradan hareketle yapılan önceki çalışmalar ışığında elde

ettiğimiz veriler ele alındığında, araştırmamızda literatüre uyumlu sonuçlar bulunmuştur.

Greenway ve Munns, (1980) ile Flowers ve Yeo (1986) tarafından; tuz stresinin gelişmiş pek çok bitkinin su ilişkilerini değiştirdiği bildirilmiştir. Tuz stresinin başlangıç aşamasında toprakta ve bitkide yüksek tuz birikiminin neden olduğu osmotik stresten dolayı kök sistemlerinin su alma kapasitesi azalmakta ve yapraklardan su kaybı hızlanmaktadır (Munns, 2005). Bu olay ise bitkilerde su noksanlığına veya osmotik strese yol açmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Katerji vd. (2003)'ne göre; YSP'deki azalış, tuzluluğun neden olduğu su stresini belirlemede kullanışlı kriterlerden biridir. Öyle ki farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalar tuz stresi sonucunda YSP'de azalış olduğunu ve artan tuz konsantrasyonu ile birlikte bu azalışın devam ettiğini göstermektedir (Bañuls ve Primo-Millo, 1992; Alarcon vd., 1993; Walker vd., 1993; Tattini vd., 1995; Gucci vd., 1997; Ashraf ve Sarwar, 2002; Chartzoulakis, 2005; Oraei vd., 2009; Singh vd., 2016; Zrig vd., 2016). İlâveten tuzluluğa karşı duyarlı türlerde/genotiplerde YSP'deki azalışın toleranslı olanlara kıyasla daha fazla olduğu da bildirilmiştir (Sairam vd., 2005; Khan vd., 2009; Melgar vd., 2009; Garriga vd., 2015). Ancak YSP veya yaprak oransal nem içeriği üzerine tuz stresinin, uygulanan tuz seviyesinin ve genotipik farklılıkların etkisinin olmadığını bildiren araştırma sonuçları da bulunmaktadır (Plaut vd., 2000; Huang vd., 2009). Ayrıca stres altında YSP'de meydana gelen azalışlar kök büyümesinin, kökler tarafından su alımının ve su transferinin sınırlanması ile de ilişkilendirilmektedir (Sheng ve Ying-Ning, 2009; Hajiboland vd., 2010). Gerçekleştirilen bu çalışmada YSP bakımından yıllara, anaçlara ve tuz dozlarına göre değişken veriler elde edilmiştir. Fox 11 anacında özellikle 2018 yılındaki 45. gün ve deneme sonu ölçümlerinde 80 mM NaCl uygulamasında YSP önemli derecede düşmüştür. Bu anaçta genelde uygulamalar arasında önemli farklar saptanmamıştır. BA 29 anacında, 2017 yılında 15. gün ölçümlerinde, 2018 yılında ise 45. gün ölçümlerinde 80 mM NaCl uygulamasında önemli düşme saptanmıştır. Yine OHxF anaçlarında da 2017 yılı deneme sonu ölçümleri hariç genelde 80 mM NaCl uygulamasında azalmalar görülmüştür. Çalışmada, YSP bakımından 2017 yılında, 15., 30. ve 45. günlerde yapılan ölçümlerde kontrol ile farklı NaCl konsantrasyonlarının ortalamaları arasında önemli fark bulunmamış, ancak deneme sonunda yapılan ölçümlerde 40 mM ve 80 mM NaCl konsantrasyonlarında yüksek YSP belirlenmiştir. 2018 yılında ise

uygulamalar arasında 30. gün ölçümleri hariç diğer dönemlerde önemli fark bulunmuş ve NaCl konsantrasyonu arttıkça YSP düşmüştür. Çalışmada, 20 mM ve 40 mM NaCl stresi altında YSP'nin genelde etkilenmediği kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, anaçların hafif ve orta tuz şiddeti altında YSP'lerini koruyabildiğini gösterebilir. Bununla birlikte anaç ve NaCl kombinasyonları arasında dönemsel olarak azalış ve yükselişlerin, çalışma döneminde bitki metabolizmasında meydana gelen farklılıklardan ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim su kaybını ve tuz alımını düzenleyen stoma iletkenliği, hem kimyasal hem de hidrolik bir sinyal olan ABA tarafından etkilenmektedir. ABA ve YSP'nin stoma hareketini düzenlemedeki etkileşim mekanizması karmaşıktır ve açıklanmayı beklemektedir (Xue vd., 2020). Okuba vd. (2000) de iki farklı armut anacı üzerine aşıllı 3 farklı armut çeşidini 15 hafta boyunca kontrol, 25 mM ve 50 mM NaCl içeren tuz stresine maruz bırakmışlardır. Araştırma sonucunda ilk dokuz haftaya kadar YSP değerlerinde uygulamalarda bağlı olarak bir azalış saptanırken, dokuzuncu haftadan sonra kontrol uygulamalarının YSP değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dokuzuncu haftadan sonra görülen bu durumun, tuz stresi sonucu mekanizmada gerçekleşen bir farklılıktan dolayı ortaya çıkmadığı kanaatine varılmıştır.

Zhu (2001)'ya göre tuz stresi altında büyüme oranındaki azalmanın en önemli nedenlerinden biri; stomaların kapanması ve buna paralel olarak karbondioksit alımının sınırlanması nedeniyle yetersiz miktarda fotosentez olayının meydana gelmesidir. Tuz stresi ortamda osmotik basıncı arttırarak kullanılabilir su içeriğini azalttığından dolayı su kaybını önlemek için bitkilerde meydana gelen ilk tepki stomaların kapanmasıdır (Munns ve Tester, 2008; Alvarez-Acosta vd., 2018). İlâveten Chaves vd. (2009) tarafından; stoma iletkenliğinin azalışı, stomalardan su kaybını ve terleme ile su kaybını azaltmak için biyofiziksel bir strateji olarak düşünülmektedir. Nitekim tuzluluk tarafından stoma iletkenliğinin hemen etkilendiğine ve artan tuzluluk ile stoma iletkenliğinin azaldığına dair görüşler yer almaktadır (Downton vd., 1990; Massai vd., 2004; Omamt vd., 2006; Hussain vd., 2012; Sabra vd., 2012a; Shabala ve Munns, 2012; Çimen vd., 2013; Shaheen vd., 2013; Akçay ve Eşitken, 2016; Cirillo vd., 2016; Moles vd., 2016; Yanyan vd., 2018). Ayrıca tuz stresine duyarlı olan bitkilerde stoma iletkenliğinin daha fazla azaldığı belirlenmiştir (Naumann vd., 2007; Sekmen vd., 2007; Zhao vd., 2007; Lopez-Climent vd., 2008; Katsuhara vd., 2011; Simpson vd., 2014). Yapmış olduğumuz çalışmada stoma iletkenliğinin NaCl stresi,

NaCl konsantrasyonu ve stres süresi tarafından olumsuz etkilendiği görülmüştür. İlk dönemlerde gerçekleştirilen ölçümlerde Fox 11 anacı hariç diğer anaçlarda stoma iletkenliği stres tarafından etkilenmezken, sonraki ölçümlerde tüm anaçlarda stoma iletkenliğinin azaldığı saptanmıştır. İlave olarak tüm ölçüm dönemleri birlikte değerlendirildiğinde stoma iletkenliğindeki en fazla azalışların Fox 11 ve BA 29 anaçlarında olduğu ortaya çıkmıştır. OHxF 97 anacında ise NaCl stresi koşullarında stoma iletkenliğinin en az etkilendiği sonucu karşımıza çıkmıştır. Wu ve Zou (2009) *Pyrus betulafolia* türünde yapmış oldukları tuz stresi çalışmasında 0, 50, 100, 150 ve 200 mM olmak üzere farklı NaCl konsantrasyonları kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda stoma iletkenliğinin tuz stresi tarafından önemli derecede azaldığını ve NaCl seviyesi arttıkça azalmanın daha şiddetli olduğunu bildirmişlerdir. Bu doğrultuda çalışmamız sonunda ortaya çıkan stoma iletkenliği değişimleri gerek farklı cinslerde gerekse aynı cins üzerinde yapılan araştırmaların sonuçları ile benzer bulunmuştur.

Yaprak klorofil içeriği bitkilerin genel sağlığının bir göstergesidir (Zhang ve Kirkham, 1996). Çünkü klorofiller fotosentezde merkezi bir role sahiptir ve klorofil seviyesinde olabilecek herhangi bir değişim bitki büyümesini olumsuz etkileyebilmektedir (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015). Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucunda da fotosentez etkinliği azalarak bitki gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Topaloğlu, 2010). Öte yandan Chen vd. (1998) tarafından klorofil parçalanmasının, tuz stresinin bir göstergesi olduğu ifade edilmiştir. Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde klorofil miktarının azalması, klorofili parçalayan enzim olan klorofilaz aktivitesindeki artış veya klorofil sentezinin azalışı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Rao vd., 1981; Parida vd., 2002; Güneş vd., 2007; Dejampour vd., 2012). Tuz stresinin teşvik ettiği kloroz yapraklardaki klorofil içeriğinin azalmasına ve artan stres seviyesi yaprakların yeşilliklerinde azalışlara neden olmaktadır (Simpson vd., 2015; Zhong vd., 2019). Tuz stresi koşullarında bitkilerin yapraklardaki klorofil içeriğinin azaldığı domatestede (Khavarinejad ve Mostofi, 1998), antepfıstığında (Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a), avakadoda (Alvarez-Acosta vd., 2018), turpta (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015) belirlenmiştir. İlaveten artan stres şiddetinin klorofil içeriğini azalttığı ve duyarlı bitkilerde bu azalışın daha fazla olduğu ortaya konmuştur (Almansa vd., 2002; García-Sánchez vd., 2002; Khawale vd., 2003; Sairam vd., 2005;

Ertürk vd., 2007; Papadakis vd., 2007; Mousavi vd., 2008; Najafian vd., 2008; Dejampour vd., 2012; Fozouni vd., 2015; Abdallah vd., 2016; Akçay ve Eşitken, 2016; Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a; Zhong vd., 2019). Anaçlarda oluşturulan NaCl stresi neticesinde BA 29 ve Fox 11 anaçlarının klorofil yoğunluğu daha fazla etkilenmiştir. Ayrıca BA 29 anacındaki klorofil yoğunluğu değişimleri daha kısa bir zaman içerisinde ve daha düşük seviyelerde gözlenmiştir. İlaveten morfolojik tanımlamalarda toleranslı olarak sınıflandırdığımız OHxF 97 anacında klorofil yoğunluğu değişimleri çalışmanın sonlarına doğru 80 mM NaCl uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Sarah (2009) aralarında BA 29 anacının da bulunduğu MC ve Farold 40 anaçlarını üç hafta süre ile hidroponik ortamda NaCl stresine maruz bırakmıştır. Farold 40 anacında tuz stresi kaynaklı oluşan nekrozlar BA 29 anacına göre daha erken görülmesine rağmen BA 29 anacında klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını ifade etmiştir. Buradan da anlaşılabileceği üzere denememizde elde ettiğimiz sonuçlar gerek farklı türlerde gerekse aynı tür üzerinde yapılan tuz stresi çalışmaları ile benzerlik içermektedir.

Morgan (1984) tarafından, tuz stresi altındaki gelişmiş bitkilerin köklerden üst aksamla doğru su akışını devam ettirebilmek için yüksek osmotik ayarlama yaparak bünyelerinde bazı inorganik iyonları ve organik osmolitleri biriktirdiği söylenmiştir. Blum vd. (1996) osmotik ayarlamayı; hücre öz suyundaki osmotik potansiyelin azalışı sonucunda hücre su kaybından ziyade hücre içerisinde uyumlu çözünenlerin net bir artışı şeklinde tanımlamışlardır. Yetiştirme ortamındaki tuzun varlığı genelde düşük molekül ağırlığına sahip bileşiklerin birikmesi ile sonuçlanmaktadır (Hasegawa vd. 2000; Zhifang ve Loescher, 2003). Aynı zamanda uyumlu çözünenler olarak da adlandırılan bu bileşiklerin en önemlilerinden biri prolindir (Ghoulam vd. 2002; Girija vd. 2002; Khan vd. 2000a; Wang ve Nii, 2000). Farklı türlerde yapılan çalışmalarda tuz stresine maruz kalan bitkilerin yapraklarında prolin birikiminin arttığı ve artan stres seviyesi ile prolin miktarının doğrusal bir tutum sergilediği belirlenmiştir (Büsis ve Heineke, 1998; Aubert vd., 1999; Fan vd., 2014; Mohammadkhani vd., 2014; Fozouni vd., 2015; Yıldız vd., 2015; Zrig vd., 2016; Mansour ve Ali, 2017). İlaveten bazı araştırmacılara göre bitkilerin prolin biriktirme kabiliyetleri tuza toleranslı genotiplerin seçiminde değerli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Storey ve Wyn-Jones, 1975; Petrusa ve Winicow, 1997; Kumar vd., 2003; Ashraf ve Harris, 2004; Sairam ve Tyagi, 2004; Hokmabadi vd., 2005; Demiral ve Türkan, 2006; Ashraf

ve Foolad, 2007; Rahneshan vd., 2018). Osmotik ayarlama kalıtsal bir özellik olarak tanımlanmakta (Morgan, 1984), türler ve genotipler arasında hem kapsamları hem de çözülebilir birikenlerin tipleri geniş bir varyasyon göstermektedir (Kozlowski ve Paillard, 2002). Bitki tür ve varyetelerinde çözülebilir birikenlerin tipleri ve onların düşük osmotik potansiyele göreceli katkıları ile ilgili olarak büyük farklılıklar bulunmaktadır (Larher vd., 2009). Üstelik bitki tür ve varyetelerine göre değişmekle birlikte prolin birikiminin hücrelerin osmotik ayarlamasında yüksek önemde bir role sahip olmadığı belirtilmiştir (Gagneul vd., 2007; Ghars vd., 2008; Bendaly vd., 2016). Mansour ve Ali (2017) tarafından tuzluluğa toleransın bu önemli özelliği bazı bitki türlerinde tuz stresi altında her zaman geçerli değildir görüşü savunulmuştur. Örnek vermek gerekirse; *Panicum virgatum* türünün 46 hattında yapılan tuz stresi çalışmasında tuza duyarlı bazı genotiplerde prolin miktarının 5000 kat arttığı ancak toleranslı hatlarda artışın çok küçük bir düzeyde olduğu görülmüştür (Kim vd., 2016). Nitekim yapılan farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuş, duyarlı genotiplerin bünyelerinde toleranslı olanlara kıyasla daha fazla prolin birikiminin olduğu saptanmıştır (Aziz vd., 1998; Lutts vd., 1999; de Lacerda vd., 2003; Phang vd., 2008; Kováčik vd., 2009; Widodo vd., 2009). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar daha önce yapılan araştırmalar ile benzerlik göstermiştir. En yüksek prolin miktarı morfolojik ve fizyolojik tanımlamalara göre NaCl stresine duyarlılık gösteren Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. İlaveten BA 29 anacında da prolin miktarının arttığı belirlenmiştir. OHxF 97 anacında ise özellikle 80 mM NaCl uygulamalarında önemli miktarda prolin biriktiği görülmüştür. Giriya vd. (2002) tarafından tuza toleranslı bitkilerin vakuollerinde iyonları bölümlendirme ve sitoplazmada uyumlu çözünenlerin birikmesi gibi tolerans mekanizmalarına başvurdıkları ifade edilmiştir. Tuzluluğa karşı duyarlı bitkiler ise tuz alımını sınırlanmakta ve uyumlu çözünenleri sentezleyerek osmotik dengeyi korumaya çalışmaktadırlar (Tuteja, 2007). Bu görüşler ışığında çalışmada hem duyarlı hem de toleranslı anaçlarda meydana gelen prolin birikimi belirtilen savlara dayandırılabilir.

Tıpkı prolin gibi glisin betain de uyumlu bir osmolittir ve pek çok bitki türünde abiyotik stres faktörlerine cevap olarak doğal olarak sentezlenmekte ve birikmektedir (Rhodes ve Hanson, 1993). Glisin betainin gelişmiş bitkileri tuz ve osmotik strese karşı koruduğu bildirilmiştir (Pollard ve Wyn Jones, 1979; Murata vd., 1992; Harinasut vd., 1996; Mansour, 1998; Gadallah, 1999; Sairam vd., 2002; Yang vd., 2003; Soudry vd.,

2005; Iqbal vd., 2008; Palma vd., 2009; Hajlaoui vd., 2010; Rasheed vd., 2010; Benzarti vd., 2014; Nahar vd., 2016). Ayrıca bitkisel dokulardaki glisin betain miktarındaki artış ile tuz stresine tolerans arasında ilişki bulunduğunu gösteren çalışmalar da yer almaktadır (Wyn Jones ve Storey, 1981; Grieve ve Maas, 1984; Rhodes vd., 1987; Khan, 2000b; Muthukumarasamy vd., 2000; Wang ve Nii, 2000; Garg vd., 2002; Heuer, 2003; Hsu vd., 2003; Ashraf ve Foolad, 2007; Sohrabi vd., 2017). Ancak Ashraf ve Foolad (2007) tarafından bu korelasyonun evrensel olmadığı belirtilmiş ve yapılan araştırmalarda tartışmalı sonuçlar elde edilmiştir (Wyn Jones vd., 1984; Varshney vd., 1988). Larher vd. (2009) aralarında Asya ve Avrupa armutlarının bulunduğu sekiz farklı armut varyetesinin yapraklarında osmotik ayarlamaya katkı sağlayan maddelerin miktarlarını araştırmışlardır. Çalışma sonunda yapraklardaki glisin betain birikiminin çok az olduğunu (0.21 ile $1.40 \mu\text{mol g}^{-1}$ kuru ağırlık) saptamışlar ve bitki türleri arasında armudun glisin betain biriktirenler arasında sıralamaya giremeyeceğini savunmuşlardır. Deneme sonunda elde ettiğimiz sonuçlar yukarıda bahsedilen çalışmanın sonuçlarına benzer bulunmuştur. İlk yıl bulgularında glisin betain miktarı 0.57 ile $1.34 \mu\text{mol g}^{-1}$ kuru ağırlık, ikinci yılda ise 0.83 ile $2.05 \mu\text{mol g}^{-1}$ kuru ağırlık arasında bulunmuştur. İlaveten her ne kadar uygulamalar arasında fark bulunmamasına rağmen NaCl stresine duyarlı olduğunu düşündüğümüz BA 29 ve Fox 11 anaçlarının yapraklarındaki glisin betain miktarının toleranslı olduğunu varsaydığımız OHxF 97 anacına göre daha düşük miktarlarda olduğu görülmüştür.

Abiyotik stres koşullarına maruz kalan bitkilerde, hücrel metabolizmalar tarafından üretilen ROT birikimi sonucunda bir takım biyokimyasal değişimler gerçekleşmektedir (Pan vd., 2006). Bu reaktif türler O_2^- , OH^- , H_2O_2 ve $^1\text{O}_2$ gibi türleri içermekte ve bu zararlı moleküller bitkilerin büyüme ve gelişmesini engellemede önemli bir rol oynamaktadır (Nxele vd., 2017). Ślesak vd. (2007) tarafından H_2O_2 ' in büyük ve en stabil ROT'lar biri olduğu belirtilmiştir. H_2O_2 'in yüksek konsantrasyonları bitkilerde oksidatif strese neden olarak hücrel sızıntıların artmasına yol açmaktadır (Imlay, 2003; Xu vd., 2016; Chaparzadeh ve Hosseinzad- Behboud, 2015). Tuz stresi sonucunda da bitkilerde H_2O_2 miktarının arttığı ve duyarlı olan tür/çeşitlerde miktarsal olarak daha büyük artışların meydana geldiği farklı türlerde yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Sairam vd., 2002; Zhen vd., 2010; Ahmed vd., 2013; Hedrich ve Shabala, 2018; Niu vd., 2018). Yapmış olduğumuz

Çalışma sonunda, anaçların yapraklarındaki H₂O₂ miktarının NaCl stresi ile genelde azalış gösterdiği saptanarak literatüre uyuşmayan sonuçlar elde edilmiştir. İlavenen H₂O₂ miktarının özellikle 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde toleranslı olduğunu varsayıdığımız OHxF anaçlarında oransal olarak küçümsenmeyecek derecede azaldığı belirlenmiştir. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında da nispeten OHxF anaçlarına benzer sonuçlar elde edilmesine karşın yıllara ve stres seviyesine bağlı olarak H₂O₂ miktarının kontrol bitkilerine kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır. Tüm sonuçlar birlikte ele alındığında; gerek armut gerekse ayva türlerinde oksidatif stres altında H₂O₂'i temizleme mekanizmasının çalıştığı tahmin edilmektedir. Ancak zellikle OHxF anaçlarında belirlenen miktarsal ve oransal azalışlar bize bu anaçlarda H₂O₂'i elemine eden antioksidatif savunma sistemlerinin daha etkili bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

Bitkiler ROT zararlarını azaltmak için düşük molekül ağırlığına sahip AsA, glutatyon, tokoferoller, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi enzimatik olmayan antioksidatif savunma mekanizmalarına başvurmaktadırlar (Posmyk vd., 2009). Jogaiah vd. (2014) yapraklardaki fenolik bileşiklerin bitki hücreleri için önemli koruyucu bileşenler olduğunu belirtmişlerdir. Bitkilerde polifenollerin sentezi ve birikimi genellikle canlı/cansız stres faktörlerine karşı verilen bir tepkidir (Naczki ve Shahidi, 2004). Ancak Parida vd. (2004) tarafından bu önemli bileşiklerin sentezinin biyotik ve abiyotik streslere cevapta olumlu ya da olumsuz olarak etkilendiği de ifade edilmiştir. Nitekim tuzluluk gibi çevresel bir stres faktörü karşısında fenolik bileşiklerin birikmesi bitki türü ile ilişkili bulunmuştur (Lim vd., 2012). Tuz stresi sonucunda ortaya çıkan oksidatif stresin zararını hafifletmede fenolik bileşiklerin rollerinin araştırıldığı çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Mesela Ouhibi vd. (2014)'nin marulda yaptıkları tuz stresi çalışmasında tuz uygulanan bitkilerde daha fazla fenolik bileşik biriktiği saptanmıştır. İlavenen Navarro vd. (2006)'nin kırmızıbiberde, Petridis vd. (2012)'nin zeytinde yaptıkları çalışmalarda, tuzluluk seviyesinin artışı ile birlikte toplam fenolik madde konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. şeker kamışında yapılan tuz stresi çalışmasında ise toplam fenolik madde miktarının stres altında üç kat arttığı sonucu ortaya çıkmıştır (Wahid ve Ghazanfar, 2006). Diğer taraftan fenolik madde birikiminin tuz stresi tarafından azaldığını veya etkilenmediğini, bu bileşiklerin tuz konsantrasyonuna göre farklılık gösterdiğini ifade eden araştırmalar da bulunmaktadır. Farklı kara dut genotiplerinde

düşük tuz stresi altında toplam fenolik madde miktarı artmış, yüksek tuz seviyelerinde ise azalmıştır (Agastian vd., 2000). Ksouri vd. (2007) tarafından halofit bir bitki olan *Cakile maritima* türünün yapraklarında tuz stresi ile toplam fenolik madde miktarı azalmıştır. Benzer olarak tuz stresi altında patlıcanda toplam fenolik bileşiklerin miktarının azaldığı (Shaheen vd., 2012), turpta ise miktarının değişmediği ortaya çıkmıştır (Noreen ve Ashraf, 2009). Zrig vd. (2011) farklı badem anaçlarının tuz stresine karşı toleranslarını belirlediği çalışmada düşük seviyedeki NaCl stresinin bazı türlerin toplam polifenol içeriğini arttırdığını, yüksek tuzluluk derecelerinde ise (50 mM, 75 mM) polifenol içeriğinde azalış olduğunu gözlemlemiştir. Araştırmacılar bu durumu, yüksek tuz koşullarında antosiyaninlerin parçalanması ile ilişkilendirmişlerdir. Taârit vd. (2012) adaçayının tuza dayanım durumunu araştırmışlar ve 25 mM tuzda kontrole göre polifenol içeriğinde artış olduğu belirtmişlerken 50 mM ve 75 mM tuz stresi koşullarında toplam fenol içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatür ile kısmen uyumlu bulunmuştur. İki yıl sonunda elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde uygulamalara göre değişmemekle birlikte en yüksek toplam fenolik madde miktarının BA 29 ve Fox 11 anaçlarında, en düşük miktarların ise OHxF anaçlarında olduğu görülmüştür. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri *in vitro* çalışmaları ile kanıtlanmışken, doğadaki oksidatif stresi hafifletmedeki rolleri halen şüphe taşımaktadır (Hernandez vd., 2009). Ayrıca tuz stresi altında bitkilerde fenolik bileşiklerin birikmesinin bitki türüne özgü olduğu belirtilmiştir (Lim vd., 2012). Biz de bir tür içerisindeki farklı tür ve genotiplerde dahi stres altında fenolik bileşikler gibi biyokimyasal mekanizmayı etkileyen değişik cevapların meydana gelebileceğini düşünmekteyiz. Nitekim tuz stresi uygulanan farklı asma anaçlarında fenolik bileşikler strese cevap olarak bazı anaçlarda artarken bazı anaçlarda azalan yönde bir tutum sergilemiştir (Jogaiah vd., 2014).

Flavonoidler, fenolik bileşiklerin alt grubudur ve bitki ailelerinin bir dizisinde dağılım göstermektedir (Woodland, 1997). Tıpkı üyesi olduğu fenolik bileşiklerde olduğu gibi flavonoidler de farklı stres faktörlerine karşı bitkileri korumada önemli roller üstlenmekte ve serbest radikallere karşı antioksidatif aktivite gösterdikleri bilinmektedir (Treutter, 2006; Ksouri vd., 2007; Zhao vd., 2009; Samanta vd., 2011). Tattini vd. (2006) oksidatif strese tolerans ile flavonoidlerin birikimi arasında yakın bir ilişkinin olduğundan bahsetmektedir. Gengmao vd. (2015) ayçiçeğinde artan tuz

stresi ile toplam flavonoid içeriğinin arttığını belirlemişlerken, Petropoulos vd. (2017) ise yüksek tuz koşullarında flavonoid içeriğinin çok az arttığını ya da hiç etkilendiğini bildirmişlerdir. *Thymus vulgaris* L. *Thymus daenensis* Celak türlerinde tuz stresinin flavonoid miktarını etkilemediği görülmüştür (Bistgani vd., 2019). Kadife çiçeğinde ise tuz stresi altında toplam flavonoid miktarı azalmıştır (Khalid vd., 2010). Orta seviyedeki tuz stresi koşullarında flavonoid birikiminin arttığını, yüksek tuzluluğa maruz kalındığında ise azaldığını ifade eden çalışmalar da bulunmaktadır (Yuan vd., 2010; Rezazadeh vd., 2012). Çalışma sonunda elde ettiğimiz bulgularda flavonoid miktarındaki değişimin sadece araştırmanın ilk yılında Fox 11 anacının 80 mM NaCl uygulamasında olduğu ve diğer stres seviyelerine kıyasla toplam flavonoid içeriğinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Andreotti vd. (2006) tarafından yapraklardaki fenolik bileşik kompozisyonu üzerine genotipin etkili olabileceği ifade edilmiştir. Çalışmamızın bir diğer araştırma sonucu ise fenolik bileşiklerin alt sınıfında yer alan toplam flavonoid içeriğinin her iki yılda da *Cydonia vulgaris*'te (BA 29 anacı) *Pyrus communis*'e göre daha yüksek bulunmasıdır.

Tuz stresi altında bitki antioksidan sistemleri oksidatif stres sonucu meydana gelen zararları hafifletmek için harekete geçmekte ve antioksidan kapasite bitki tür/çeşitlerinde tuza tolerans düzeylerinin karşılaştırılmasında bir kriter olarak kullanılmaktadır (Zhang vd., 2014; Ashraf vd., 2015; Kiani-Pouya, 2015). Öyle ki bitkilerde antioksidan kapasite ile tuzluluğa tolerans arasında korelasyon olduğu pamuk, çeltik, turuncgiller, buğday, bezelye, şeker pancarı, yabani domates, mısır, kaz ayağı, hıyar, çukurotu ve bazı halofit türlerde yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Gossett vd., 1994; Gueta-Dahan vd., 1997; Dionisio-Sese ve Tobita, 1998; Meneguzzo vd., 1999; Hernández vd., 2001; Shalata vd., 2001; Bor vd., 2003; Mittova vd., 2003; Demiral ve Türkan, 2004; Koca vd., 2006; Ksouri vd., 2007; Hichem vd., 2009; Zhen vd., 2010; Falleh vd., 2012; Petropoulos vd., 2017). Aksine birtakım araştırmacılar fenolik maddelerce zengin olduğu bilinen bazı glikofit türlerinde bitki yetiştirme ortamına tuz ilave edildiğinde fenolik içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerinin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir (Huang vd., 2006; Bourgou vd., 2008; Neffeti vd., 2011). Çünkü Moyer vd. (2002) ile Wada ve Qu (2002)'ya göre; meyve türlerinin antioksidan kapasitelerinin antosiyanin seviyeleri ile ilişkili olabileceği yönündedir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada yıllara ve anaçlara göre toplam antioksidan kapasite bakımından değişken sonuçlar ortaya

ıkmasına rağmen literatüre benzer sonuçlar bulunmuştur. İlk yıl bulgularında Fox 11 anacının 80 mM NaCl ve BA 29 anacının 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamaları hariç toplam antioksidan kapasitenin kontrol gruplarına göre nispeten arttığı görülmüştür. Özellikle Fox 11 anacında 80 mM NaCl seviyesinde toplam antioksidan kapasite miktarı azalmış ve 40 mM NaCl uygulamaları ile arasında istatistiksel fark oluşmuştur. Valifard vd. (2014) halofit bir bitki türünde orta stres seviyelerinde antioksidan aktivitenin arttığını, yüksek stres şartlarında ise aktivitenin nispi azalış gösterdiğini bildirmişlerdir. İkinci yıl sonuçlarında OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında stres uygulamaları sonucunda kontrol bitkilerine kıyasla nispeten antioksidan kapasite artmıştır. OHxF 333 anacında stres seviyesi ile antioksidan kapasitenin önemli derecede yükseldiği belirlenmiştir. Fox 11 anacında ise uygulamalara göre değişken sonuçlar elde edilse de 80 mM NaCl uygulamasında antioksidan kapasitenin kontrole göre arttığı görülmüştür. Fan vd. (2014) yapraklardaki antioksidan maddeler ile tuza karşı tolerans arasında değişken sonuçlar bulunduğunu ne sürmüşlerdir. Nitekim tuza toleransın sürekli olarak yüksek antioksidan aktiviteye bağlı olamayacağı (Kim vd., 2004), bazı durumlarda yüksek antioksidan aktivitenin tuza duyarlılığın bir belirtisi olarak yorumlanabileceği ifade edilmiştir (Abogadallah vd., 2010).

Bitki yapraklarında bulunan fenolik bileşikler bazı fizyolojik mekanizmalarda yer almaktadır (Andreotti vd., 2006). Bitki dokularında bulunan fenollerin kompozisyonları ultraviyole ışık (Markham ve Bloor, 1998), kuraklık (Grace, 2005), düşük ve yüksek sıcaklıklar (Lucci ve Mazzafera, 2009; Rivero vd., 2011) ve beslenme (Ruehmann vd., 2002; Sabra vd., 2012b) gibi bazı çevresel şartlardan oldukça etkilenebilmektedir. İlaveten tuz stresi üzerine yapılan çalışmalarda, bitkilerin oksidatif strese karşı koymak için fenolik bileşenlerin seviyelerindeki değişimleri de içeren farklı savunma mekanizmalarına başvurdukları belirlenmiştir (Wahid ve Ghazanfar, 2006). Mesela Lim vd. (2012) tuz stresi uygulamaları neticesinde karabuğdayda dört önemli fenolik bileşen olan isoorientin, orientin, rutin ve vitexin seviyelerinde artış olduğunu söylemişlerdir. Alman papatyasında NaCl stresi sonucunda bitki kök ve yapraklarında klorojenik asit ve kafeik asit miktarının arttığı bulunmuştur (Kováik vd., 2009). Rebey vd. (2016) tarafından NaCl uygulamalarına tepki olarak kimyonda iki önemli fenolik bileşen olan *p*-kumarik asit ve luteolin içeriğinin arttığı, özellikle ağır stres seviyelerinde *p*-kumarik asit miktarının kontrol grubunun iki katına çıktığı ifade edilmiştir. *Echinacea angustifolia* türünde tuz stresi, bitkilerin köklerinde

klorojenik asit ve kikorik asit miktarının artışına neden olmuştur (Montanari vd., 2008). Sabra vd. (2012b) tarafından üç farklı *Echinacea* türünde yapılan NaCl stresi çalışmasında düşük ve orta derecedeki stresin klorojenik asit, sinarin, ekinakosid ve bu bileşiklerin metabolik öncüleri olan kafeik asit içeriğinde artış olduğu saptanmıştır. Ancak bazı türlerde yüksek stres koşullarının sinarin, kikorik asit ve kikorik asit türevleri ile kaferik asit miktarında azalışa neden olduğu belirtilmiştir. Lucci ve Mazzafera (2009) *Dimorphandra mollis* türünü tuz, kuraklık ve su taşkını olmak üzere farklı stres faktörlerine maruz bırakmışlar, stres sonrasında yapraklarda rutin miktarının arttığını belirlemişlerdir. Çalışma sonunda rutin bileşiğinin strese cevap olarak arttığını ve kuersetin ile karşılaştırıldığında özellikle yapraklarda çok daha yüksek miktarlarda bulunduğunu saptamışlardır. Petridis vd. (2012) yılında yayınladıkları bir çalışmada, NaCl stresine maruz kalmış zeytin fidanlarında, zeytinde iki önemli fenolik bileşikten birisi olan oleuropein biyosentezinin arttığını ve bu fenolik bileşenin tuz stresine karşı zeytin ağaçlarında koruyucu bir rol üstlendiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın türünü oluşturan armutta da öne çıkan önemli fenolik bileşenlerin arbutin, klorojenik asit, kafeik asit, kateşin, epikateşin, kuersetin, kuersitrin ve rutin gibi bileşikler olduğu bulunmuştur. *Pyrus* türleri içerisinde bol miktarda bulunan fenolik bileşiklerden birinin arbutin olduğu, bunun yanı sıra klorojenik asit ve rutin miktarının da oldukça yüksek seviyelerde bulunduğu ifade edilmiştir (Cui vd., 2005). Günen vd. (2005) ateş yanıklığına toleranslı ve duyarlı armut genotiplerinin yapraklarında bulunan fenolik bileşenleri araştırdıkları bir çalışmada, tolerans düzeyi yüksek olan genotiplerde daha fazla miktarlarda arbutin bulunduğunu saptamışlardır. Larher vd. (2009) ise osmotik stres altındaki farklı armut türlerinde arbutin ve türevlerinin çevresel stres altında koruyucu bir rol üstlendiklerini belirtmiştir. Hudina vd. (2014) tarafından farklı armut anaçlarının aşısı uyuma durumları incelendiğinde, hem aşısı noktası altında hem de üzerinde en fazla bulunan fenolik bileşiğin arbutin olduğu belirlenmiştir. Andreotti vd. (2006)'nin gerçekleştirmiş oldukları farklı bir çalışmada ise armut yapraklarındaki fenolik kompozisyonların genetik ve çevresel faktörler ile ontogenesisten nasıl etkilendikleri araştırılmıştır. Çalışma sonunda en fazla bulunan fenolik bileşenin arbutin olduğu ortaya çıkmıştır. Bahsedilen bu örnekler ile çalışmamızın sonuçları ilişkilendirildiğinde, benzer bulgulara rastlanılmıştır. Armut yapraklarında en fazla bulunan fenolik bileşiklerin arbutin, klorojenik asit, rutin ve kuersitrin olduğu görülmüştür. Arbutin miktarı açısından yıllara göre değişken sonuçlar ortaya çıksa da

ilk yıl bulguları sonunda tuz stresine toleranslı olarak tanımladığımız OHxF anaçlarında (özellikle OHxF 97 anacında) 20 mM NaCl uygulamalarının arbutin miktarını kontrole göre arttırdığı belirlenmiştir. Diğer stres seviyelerinde nispi azalışlar görülse de miktar olarak kontrol bitkilerine göre yüksek bulunmuştur. Sınıflandırmada duyarlı olarak nitelendirdiğimiz Fox 11 anacında ise tam ters bir durum ortaya çıkmış ve artan NaCl stresi özellikle 40 mM ve 80 mM NaCl stres seviyelerinde yapraklardaki arbutin miktarını azaltmıştır. İkinci yıl uygulamalarında ise arbutin miktarı bakımından anaçlar arasında fark oluşmadığı gözlenmiştir. Anaçların arbutin miktarları incelendiğinde ise her iki yılda da Fox 11 anacının daha yüksek miktarlara sahip olduğu saptanmıştır. Bu bilgiler ışığında ilk yıl bulguları sonuçları arbutinin NaCl stresine toleransta rol oynayabileceğini göstermektedir. Ayrıca bünyedeki miktarından ziyade stres faktörleri karşısında meydana gelebilecek miktarsal azalışların veya artışların daha önemli olduğu düşünülmektedir. İlaveten Andrade vd. (1998) tarafından ayva dokularında arbutin bulunmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmanın aksine araştırmamızda BA 29 anacının yapraklarında az miktarda da olsa arbutin saptanmıştır. Gallik asit miktarı açısından değerlendirme yapıldığında, birinci yıl sonunda OHxF anaçlarında miktarının nispeten arttığı, Fox 11 anacında ise özellikle 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında kontrole göre miktarının nispi düzeyde azaldığı belirlenmiştir. İkinci yıl uygulamaları sonucunda ise OHxF anaçlarında gallik asit miktarı stres seviyesinden etkilenmezken, Fox 11 anacında 40 mM ve 80 mM NaCl stresinin gallik asit miktarını azalttığı ortaya çıkmıştır. Arbutin miktarında olduğu gibi en fazla gallik miktarına sahip olan anacın Fox 11 olduğu bulunmuştur. Kateşin ve epikateşin miktarına OHxF 333 ve Fox 11 anacında NaCl stresinin etkisi olmamış, ikinci yıl uygulamalarında BA 29 anacının 80 mM NaCl seviyelerinde kateşin miktarının, OHxF 97 anacında tüm stres seviyelerinde epikateşin miktarının azaldığı görülmüştür. Klorojenik asit miktarı ele alındığında, Fox 11 anacında her iki yılda da 80 mM NaCl uygulamalarında kontrole kıyasla bir azalış olduğu saptanmıştır. Diğer anaçlar arasında ise dikkat çekici belirgin farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Ancak yine de OHxF 97 anacının ikinci yıl uygulamalarında 20 mM ve 40 mM NaCl stresinin kontrole göre klorojenik asit miktarını azalttığı belirlenmiştir. Buradan hareketle armutta, NaCl stresi altında klorojenik asidin tolerans mekanizmasında değil fakat duyarlılıkta bir gösterge olabileceği tahmin edilmektedir. Ferulik asit miktarının OHxF 97 anacında ikinci yıl uygulamaları sonunda artan stres seviyesine bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yapraklardaki rutin miktarı her iki yılda

da NaCl stresinden etkilenmemesine rağmen OHxF (özellikle OHxF 97) anaçlarında daha yüksek miktarda olduğu saptanmıştır. Kuersitrin miktarında ise yıllara göre farklı sonuçlar elde edilmiş ancak her iki yıl için de en düşük miktarlar BA 29 anacında ortaya çıkmıştır. Munns ve Tester (2008)'a göre; tuz stresi toksik Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının alımını arttırarak yararlı K⁺ ve Ca²⁺ seviyesini azaltmakta ve böylece bitkilerde iyon stresine neden olmaktadır. Sabra vd. (2012b) tarafından ise bu stres faktörü fenolik bileşikler ile ilişkilendirilmiş ve besin dengesizliğinin bazı sekonder bileşiklerin sentezine veya değişimine neden olabildiği ifade edilmiştir. Öte yandan fenolik bileşiklerin sentezi ekolojik faktörlerden de oldukça etkilenmektedir. Bu görüşler ışığında çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların yıllara göre değişkenlikleri bahsedilen faktörler ile bağlantılı olabileceği yönündedir. İlaveten denemede bitkilere uyguladığımız NaCl konsantrasyonları nispeten düşük düzeydedir. Eğer anaçlar daha yüksek seviyelerde tuz stresine maruz bırakılırlarsa başta arbutin olmak üzere klorojenik asit ve rutin bileşiklerinin tuz stresine toleransta rol oynayıp oynamadıklarının daha net bir şekilde anlaşılabileceği düşünülmektedir.

Tuzluluğun da aralarında bulunduğu pek çok çevresel stres faktörü bitki dokularında ROT üretimini arttırmakta ve sonucunda oksidatif stres oluşmaktadır (Blokhina vd., 2003; Das vd., 2016; Chatterjee vd., 2017). Tuz stresinin ikincil zarar etkisi olan oksidatif stres MDA içeriği veya elektrolit sızıntısı gibi membran lipid peroksidasyonu ürünlerinin belirlenmesi ile tanımlanır (Singh vd., 2007; Kaddour vd., 2013). Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, (2015)'a göre; lipid peroksidasyonu sonucunda MDA gibi toksik aldehitlerin bir varyetesi üretilmektedir. MDA'nın, bir lipid peroksidasyon ürünü olduğu ve tuz stresine maruz kalan bitkilerde büyük miktarlarda biriktiği farklı bilim insanları tarafından da ifade edilmiştir (Zheng ve Lin, 1998; Chinta vd., 2001; Diego vd., 2003; de Azevedo Neto vd., 2006). İlaveten oksidatif zarara karşı bitki duyarlılığının belirlenmesinde bir belirteç olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Wise ve Naylor, 1987; Zhang ve Kirkham, 1994; Hernandez vd., 2001; Blokhina vd., 2003; Bor vd., 2003; Pérez-López vd., 2009; Gill ve Tuteja, 2010; Xu vd., 2016). Öte yandan tuz stresine duyarlı bitkilerin toleranslı veya dayanıklı olanlara kıyasla daha yüksek miktarlarda MDA içerdikleri öne sürülmüştür (Koca vd., 2007; Ksouri vd., 2007; López-Gómez vd., 2007; Ahmed vd., 2013; Sun ve Huang, 2014). Ancak tam tersi bir görüş de savunulmaktadır. Mesela arpada (Liang, 1999) ve antepfistığında (Abbaspour, 2012) tuz stresinin MDA konsantrasyonunu azalttığı,

hanımeline tuz stresi ile MDA miktarının değişmediği (Yan vd., 2017), biberiyede (Tounekti vd., 2011), biberde (Penella vd., 2015) ve turpta (Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud, 2015) tuz stresinin lipid peroksidasyonu üzerine etkisinin olmadığını gösteren araştırma çıktıları da yer almaktadır. Gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışmada MDA miktarı açısından yıllara ve anaçlara göre farklılıklar bulunsa da literatüre uyumlu sonuçlar görülmüştür. İlk yıl sonunda OHxF 97 anacının 40 mM NaCl uygulaması ile OHxF 333 anacının 20 mM NaCl uygulamasında MDA miktarı kontrole göre artmıştır. İkinci yıl sonuçlarında ise OHxF 97 anacında aynı sonuçlar elde edilmiştir. Fox 11 anacında ise tüm stres seviyelerinde MDA içeriğinin arttığı ve kontrol bitkileri ile aralarında önemli farkların bulunduğu görülmüştür. BA 29 anacında ise en yüksek MDA miktarı 80 mM NaCl uygulamalarında bulunmuştur. Anaçların MDA miktarlarında her iki yılda da benzer sonuçlar saptanmış sırasıyla en yüksek en düşük MDA içerikleri BA 29 ve Fox 11 anaçlarında belirlenmiştir. Wu ve Zou (2009) *Pyrus betulafolia* türünü 50, 100, 150 ve 200 mM olmak üzere NaCl stresine maruz bırakmışlardır. Araştırma sonunda MDA miktarının arttığı ve bu artışın stres seviyesi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Çalışmamızda bu sonuca paralel bulgulara rastlanılmamıştır. Nitekim Wang vd. (2012) tuz stresi altında meydana gelen lipid peroksidasyonunun bitkinin tuza toleransının yanı sıra bitki türü ile de ilgili olduğunu ifade etmişlerdir.

Kontrol altında tutulamayan ROT'ların, bitkilerin hücresel metabolizmalarına önemli derecede zararlar verdikleri bilinmektedir (Mittler, 2002; Parida vd., 2004; Parida ve Jha, 2010; Sofo vd., 2010). Neyse ki bitkiler bu yapıların zararlı etkilerine karşı onları koruyan bir takım antioksidatif enzimlere sahiptirler (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998). SOD, CAT ve POX gibi enzimlerin yanı sıra, Halliwell-Asada oluşumundaki APX, GR, DHAR ve MHAR gibi enzimler hücre yapılarında hasara neden olan ROT'ların temizlenmesinde görev almaktadırlar (Halliwell, 1987; Asada, 1992; Noctor ve Foyer, 1998; Mittler vd., 2004; Parida ve Das, 2005; D'Souza ve Devaraj, 2010; Akram vd., 2012; Abbas vd., 2013; Ahmed vd., 2013; Fan vd., 2014; Abdelgawad vd., 2016). Asada, (1992) tarafından SOD' un ROT'lara karşı koruyucu sistemin ilk adımını oluşturduğu belirtilmiştir. Farklı araştırmacılar da benzer yaklaşımda bulunmuş, ROT saldırılarına karşı korumada SOD'un bir ön hat enzimi olduğu ve savunmada merkez rol oynadığı ifade edilmiştir (Marschner, 1995; Mittler, 2002). O_2^- , SOD tarafından hızlı bir şekilde H_2O_2 'e ve O_2 'ye dönüştürülmektedir (Scandalios, 1993; Dionisio-Sese

ve Tobita, 1998; Khan vd., 2009; Carrasco-Ríos ve Pinto, 2014). Ancak H_2O_2 bitkiler için halen çok zararlı bir metabolik üründür. Bu aşamada CAT ile çeşitli POX enzimleri görev alarak H_2O_2 'in su ve O_2 'ye dönüşmesine olanak sağlamakta böylelikle hücreler toksik yapılardan temizlenmektedir (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998; Garratt vd., 2002; Sabra vd., 2012a).

Tuz stresi ile ilgili olarak farklı türlerde yapılan çalışmalarda, stres faktörü ve seviyesi ile SOD aktivitesinin arttığını ve duyarlı tür/çeşit/genotiplere kıyasla toleranslı bitkilerde bu artış düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Gossett vd., 1994; Demiral ve Türkan, 2004; Wang vd., 2004; Singh vd., 2007; Balal vd., 2010; Hosseini vd., 2010; Fernandez-Ocana vd., 2011; Yang vd., 2012; Wani vd., 2013; Abdoli Nejad ve Shekafandeh, 2014; Sun ve Huang, 2014; Yıldız vd., 2015; Khan vd., 2019). Yapmış olduğumuz çalışma sonunda elde edilen veriler daha önce gerçekleştirilen araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. OHxF 97 anacında artan NaCl stresi SOD aktivitesini arttırmış, her iki yılda da en yüksek aktivite 80 mM NaCl uygulamalarına maruz kalan bitkilerde ortaya çıkmıştır. OHxF 333 anacında en yüksek enzim aktivitesi 20 mM NaCl uygulamalarında görülmüş, daha yüksek stres seviyelerinde enzim aktivitesinin kontrole göre değişmediği veya azaldığı saptanmıştır. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında yıllara ve uygulamalara göre değişken sonuçlar ortaya çıksa da genelde stres seviyesinin enzim aktivitesini arttırdığı bulunmuştur. NaCl stresine toleranslı olduğunu düşündüğümüz OHxF 97 anacının SOD aktivitesindeki artış literatüre paralellik göstermektedir. Nitekim Balal vd. (2010) tuz stresi altındaki turuncgillerde en yüksek SOD aktivitesi artışının toleranslı anaçlarda olduğunu belirtmiştir.

SOD ile CAT'ın da hücresel zararların korunmasında görev alan en etkili antioksidatif enzimler olduğu düşünülmektedir (Scandalous, 1993). Lesser (2006)' e göre, katalaz, H_2O_2 'in parçalanmasına etki eden en önemli enzimlerden biridir ve tuz stresi altında CAT seviyesinin artışı tuza tolerans ile ilişkilidir (Sehmer vd., 1995; Demiral ve Türkan, 2004; Gupta vd., 2005; Xue ve Liu, 2008; Anjum vd., 2014; Sun ve Huang, 2014). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bize neredeyse tüm anaçlarda, tuz stresi ve stres seviyesi ile CAT aktivitesinin arttığını göstermektedir. Yıllara göre anaçlarda, kontrole kıyasla 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda aktivite miktarında meydana gelen artışlar incelendiğinde ilk yıl uygulamalarında BA 29 anacının, uygulamaların

ikinci yılında ise OHxF 97 anacının öne çıktığı görülmektedir. İkinci yıl bulguları Yaşar vd. (2008) tarafından yapılan dört farklı karpuz çeşidinde tuz stresi sonucunda CAT aktivitesinin tüm çeşitlerde arttığını ancak toleranslı çeşitlerdeki enzim aktivitesindeki artışın çok ciddi miktarlarda, duyarlı çeşitlerde ise daha düşük seviyelerde olduğunu gösteren araştırma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. İlk yıl sonuçları ise Gupta ve Huang (2014)'ın *“tuz stresi altında bazen toleranslı genotiplerde aktivite daha fazla olurken, bu durumun tam tersi de gözlenmektedir”* savını destekler niteliktedir.

CAT, H₂O₂'i doğrudan H₂O ve O₂ formuna dönüştürerek elemine ederken, GPX bu yapıyı fenolik bileşikler ve/veya antioksidanlar gibi ko-substratların oksidasyonu ile parçalamaktadır (Blokina vd., 2003). GPX aktivitesinin aralarında tuzluluğun da bulunduğu yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel stresler için gösterge olduğu belirtilmiştir (Cheeseman vd., 1997; Lee vd., 2001). Nitekim araştırmamız sonunda GPX aktivitesinin NaCl stresi altında genelde arttığı görülmüştür. Ancak çalışmanın ilk yılında 40 mM ve 80 mM NaCl seviyelerine maruz kalan Fox 11 anacında enzim aktivitesinin kontrol bitkilerinden daha düşük seviyede olduğu ortaya çıkmıştır. İlaveten BA 29 anacında da benzer bir durum olduğu belirlenmiş ve 80 mM NaCl seviyesindeki enzim aktivitesi ile 20 mM NaCl seviyedeki aktivite arasında fark oluşmamıştır. Denemenin ikinci yılında ise OHxF 97 ve BA 29 anaçlarının 80 mM NaCl seviyelerinde enzim aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca her iki yılda da en yüksek GPX aktivitesine OHxF anaçlarının sahip olduğu saptanmıştır. Carrasco-Ríos ve Pinto (2014) iki farklı mısır çeşidini 0, 50 ve 100 mM NaCl olacak şekilde tuz stresine maruz bırakmışlar GPX aktivitesinin strese toleranslı çeşitte azaldığını, aksine duyarlı çeşitte ise aktivitenin önemli derecede arttığını bulmuşlardır. Ancak toleranslı çeşitte enzim aktivitesinde düşüş olmasına rağmen hala duyarlı çeşitten daha yüksek seviyelerde olduğunu ifade etmişlerdir. Buradan da anlaşılmaktadır ki çalışmamızda ortaya çıkan sonuçlar literatür ile uyumluluk göstermektedir.

Gupta ve Huang (2014) AsA'nın, bitki hücrelerinde bulunan başlıca antioksidanlardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Noctor vd. (2002)'ne göre ise glutatyon, hücresel bölümlerde yüksek miktarlarda sentezlenen ve önemli olan diğer bir antioksidandır. APX, H₂O₂ detoksifikasyonunda yer alan bir enzim grubu olup, H₂O₂'i H₂O'ya dönüştürürken askorbatı spesifik elektron donörü olarak kullanmakta ve bu reaksiyona

AsA'nın tek değerlikli oksidan formu olan monodihidroaskorbat oluşumu eşlik etmektedir (de Azevedo Neto vd., 2008). Monodihidroaskorbat, bir enzimatik reaksiyon olmaksızın kendiliğinden dehidroaskorbata indirgenebilir (Sairam ve Tyagi, 2004). Ayrıca dehidroaskorbattan, AsA sentezlenmesine DHAR enzimi aracılık etmekte ve bu reaksiyonda itici güç olarak redükte glutatyonun, okside glutatyonla oksidasyonu kullanılmaktadır. Son olarak da GR, NADPH'ı indirgeyici ajan olarak kullanıp redükte glutatyonun, okside glutatyonla tekrar sentezlenmesini sağlamaktadır (de Azevedo Neto vd., 2008). APX'in, H₂O₂'i detoksifiye etmek için ihtiyaç duyduğu ve askorbat ile redükte glutatyonun yeniden sentezlendiği bu döngü askorbat-glutasyon döngüsü veya Halliwell-Asada döngüsü olarak adlandırılmaktadır (Secenji vd., 2008). He vd. (2009)' ne göre bahsedilen bu enzimler askorbat-glutasyon döngüsündeki önemli enzimlerdir. Tuz stresi altındaki bitkilerde APX, DHAR ve GR aktivitesinin arttığını gösteren çok fazla sayıda çalışma yer almaktadır (Di Baccio vd., 2004; Parida vd., 2004; Zhu vd., 2004; Ahmad, 2009; Nazar vd., 2011; Patade vd., 2011; Abbaspour, 2012; Mittal vd., 2012; Begara-Morales vd., 2014; Yıldız vd., 2015). İlaveten bitkilerin tuza toleransı ile bu enzim aktivitelerinin artışı arasında korelasyon olduğunu belirten sonuçlar da bulunmaktadır (Gossett vd., 1994; Sehmer vd., 1995; Sairam vd., 1997; Sairam vd., 2001; Mittova vd., 2003; Chaparzadeh vd., 2004; Demiral ve Türkan, 2004; Agarwal ve Shaheen, 2007; López-Gómez vd., 2007; Yang vd., 2012; Fan vd., 2014; Sun ve Huang, 2014). Tuz stresine duyarlı çeşitlerde yapılan araştırma sonuçları bize belirtilen enzim aktivitelerindeki artışların toleranslı bitkilerdeki gibi keskin olmadığını veya enzim aktivitelerinin azaldığını göstermektedir (Garratt vd., 2002; Demiral ve Türkan, 2004; Esfandiari vd., 2007; Sekmen vd., 2007; Yaşar vd., 2008). Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada tüm anaçlarda NaCl stresinin APX aktivitesini arttırdığı üstelik bu artışın stres seviyesi ile korelasyon halinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca her iki yılda da OHxF anaçlarının, kontrol bitkilerine göre özellikle 80 mM NaCl seviyelerindeki APX aktivitesi artışları Fox 11 ve BA 29 anaçlarına kıyasla daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. DHAR aktivitesi OHxF anaçlarında stres seviyesinin artışına bağlı olarak yükselmiştir. BA 29 anacında 80 mM NaCl uygulamalarının bu enzim aktivitesini azalttığı görülmüştür. Yıllara göre farklılıklar belirlense de Fox 11 anacında DHAR enziminin OHxF anaçlarında olduğu gibi etkili bir şekilde çalışmadığı ortaya çıkmıştır. GR aktivitesi ilk yıl sonuçlarına göre OHxF anaçlarında stres seviyesi ile artmışken, BA 29 anacında NaCl stresi enzim aktivitesini etkilememiştir. Fox 11 anacında 80 mM NaCl

uygulamaları ile kontrol bitkileri arasında enzim aktivitesinin değişmediği belirlenmiştir. İkinci yıl bulgularında ise OHxF anaçlarına ilaveten Fox 11 anacında da GPX aktivitesi stres şiddeti ile artmış, BA 29 anacında 80 mM NaCl seviyesinde aktivitenin değişmediği görülmüştür. Her iki yılda da en yüksek GPX aktivitesi OHxF 97 anacında saptanmıştır. Tuza tolerans genelde daha etkili bir antioksidan sistem ile ilişkilendirilmektedir (Çakmak ve Marscher, 1992; Bor vd., 2003). Öyle ki çeltikte tuz stresi ile toleranslı çeşitlerde APX, GR ve DHAR aktivitesinin harekete geçtiği saptanmıştır (Demiral ve Türkan, 2004). Benzer sonuçlar sorgum bitkisinde de görülmüş ve toleranslı varyetelerde yüksek antioksidan kapasite devam ederek hücre membranlarının lipid peroksidasyonundan kaçındığı belirtilmiştir (Sun ve Huang, 2014). Khan vd. (2009) hardal bitkisinde tuz stresi altında üretilen H₂O₂'in hızlı bir şekilde dönüştürülmesi sonucunda APX aktivitesinin arttığını belirlemişlerdir.

López-Gómez vd. (2007) iki farklı anaç üzerine aşılanan yenidoğru çeşidinde tuz stresi altında toleranslı olarak nitelendirdikleri anaç üzerine aşılı olanlarda DHAR aktivitesinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Sekmen vd. (2007)'ne göre ise, genelde tuz stresine toleranslı bitkilerde duyarlı olanlara göre daha yüksek GR aktivitesi görülmektedir. Bahsedilen örneklerden de anlaşılacağı üzere çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile literatür arasında benzerlikler bulunmaktadır.

Tuzluluk bitkilerin topraktan su alma kapasitelerini azaltmakta ve hücrel dokularda Na⁺ ve Cl⁻ gibi toksik iyonların yüksek seviyelerde birikmesine neden olmaktadır (Carillo vd., 2019). Böylece bitkiler için yarıyışlı besin maddelerinin rekabet yoluyla alımını kısıtlayarak iyon homeostazını bozmakta ve iyonik stresin oluşumuna yol açmaktadır (Zhu, 2001; Munns ve Tester, 2008; Moradi ve Tahmourespour, 2011; Yaish ve Kumar, 2015; Mansour ve Ali, 2017). Taster ve Davenport (2003)'a göre birçok bitki türünde spesifik iyon zararının başlıca nedeni Na⁺ kaynaklı olduğu yönündedir. Türkan ve Demiral (2009) tarafından da Na⁺'un yüksek tuzluluk ile ilişkili olarak toksisiteye neden olan en önemli iyonu temsil ettiği görüşü öne sürülmüştür. İlaveten yüksek Na⁺ konsantrasyonlarının eski yaprakların erken yaşlanmasına, olgun yapraklarda ise nekroz ve kloroz gibi toksik belirtilerin görülmesine neden olduğu (Munns, 2002; Tester ve Davenport, 2003; Munns vd., 2006; Munns ve Tester, 2008) yönünde morfolojik olarak tanımlanabilen ifadeler de bulunmaktadır. Bitkilerde tuz toleransı genellikle kökler tarafından tuz iyonlarının alımı ve/veya yapraklara

taşımasının sınırlandırılması ve bu zararlı iyonların bölümlere ayrılma yeteneği ile ilişkilendirilmektedir (Fernández-García vd., 2004). Nitekim Ashraf ve Sarwar (2002) *Brassicaceae* ailesine ait farklı tür ve çeşitlerde yaptıkları tuz stresi çalışmasında yapraklardaki Na^+ içeriğinin tuz stresi altında tüm çeşitlerde arttığını ancak bu artışın duyarlı olanlarda toleranslı olanlara göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Üstelik tarla bitkileri üzerinde yapılan bu tarz çalışma sonuçlarının sayısını arttırmak mümkündür (Sabra vd., 2012a; Ahmed vd., 2013; Almodares vd., 2014; Carrasco-Ríos ve Pinto, 2014; Fan vd., 2014). Bahçe bitkilerinde yapılan araştırmalar incelendiğinde sonuçların benzerlik taşıdığı görülmektedir. Mesela tuz stresine maruz kalmış kajuda yapraklardaki Na^+ konsantrasyonunun anaca göre değiştiği belirlenmiştir (Ferreira-Silva vd., 2010). Cleopatra ve Carrizo anaçları üzerine aşılı olan mandarin çeşidinde yapılan tuz stresi çalışmasında tuzluluğa daha duyarlı olan Carrizo anacı üzerindeki bitkilerin yapraklarında daha fazla Na^+ miktarı olduğu saptanmıştır (García-Sánchez vd., 2002). López-Gómez vd. (2007) bir malta eriğini hem kendi türü hem de bir ayva türü üzerine aşılamışlar ve bitkilerde NaCl stresi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar her iki anaç üzerine aşılı olan bitkilerde de tuz stresi sonucunda Na^+ iyonunun arttığını ancak bu artışın strese daha toleranslı olarak düşündükleri ayva türü üzerine aşılı olan bitkilerde daha az olduğunu belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada, tüm anaçların yapraklarındaki Na^+ miktarının uygulamalardan nispi veya önemli şekilde etkilendiği görülmüştür. Her iki yılda da Fox 11 anacının 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında yapraklardaki Na^+ miktarının diğer uygulamalara göre önemli derecede arttığı saptanmıştır. 2018 yılı uygulamalarına göre BA 29 anacında 80 mM NaCl uygulamaları tüm uygulamalardan farklı bulunmuştur. OHxF anaçlarında da 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda kontrol bitkilerine kıyasla yapraklarda önemli miktarda Na^+ birikmiştir. Ancak uygulamalar arasındaki fark anaca ve yıllara göre değişkenlik göstermiştir. Anaçların genel Na^+ miktarları incelendiğinde her iki yılda da Fox 11 anacının yapraklarında bu iyonun daha fazla biriktiği saptanmıştır. Myers ve West (1989)' e göre; armudu da içeren pek çok bitki türünde yaprak gibi önemli organlarda Na^+ ve Cl^- birikimi tuzluluğun olumsuz etkilerine neden olan başlıca etmenlerdir. Musacchi vd. (2006) armut ve ayva genotiplerinin Na^+ ve Cl^- iyonlarını alma yeteneklerinin çok farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayva üzerine aşılı bitkilerde bu iyonların miktarı net bir şekilde artarken, armut anacının iyonların alımını kontrol etme yeteneğinde olduğunu ve böylece yapraklardaki birikiminden sakındığını bildirmişlerdir. Farklı *Pyrus* türlerinde yapılan tuz stresi çalışmasında ise artan NaCl

konsantrasyonuna bağı olarak yapraklardaki Na^+ ve Cl^- miktarının arttığı belirlenmiştir (Wu ve Zou, 2009). Anaçların tuz iyonlarının ve gerekli besin maddelerinin alımı üzerine çarpıcı etkilere sahip oldukları bilinmektedir (Cerdá vd., 1977; Walker, 1986). Diğer taraftan glikofit bitkilerin tuzluluğa toleransında köklerin Na^+ alımını sınırlandırması ve yapraklarda Na^+ miktarının düşük seviyelerde kalması kilit bir rol oynamaktadır (López-Aguilar vd., 2003). Belirtilen görüşler ışığında çalışmamızda OHxF anaçlarının yapraklarında, Fox 11 ve BA 29 anaçlarının yapraklarına kıyasla Na^+ ve Cl^- kaynaklı zararlanmaların (yanıklık, kloroz kuruma) daha az olduğu görülmüştür. OHxF anaçlarında, kök sistemleri tarafından Na^+ iyonlarının üst aksamlara taşınımını sınırlandırma ya da gövdede bu iyonları biriktirme mekanizması gibi tuz stresine tolerans kapasitesinin mevcut olabileceği düşünülmektedir.

Bitkiler için esansiyel elementlerden biri olan K^+ , bitki gelişmesinde özellikle de meyve büyümesinde önemli rol oynamaktadır (Kaçar, 1984). Na^+ ve K^+ 'un fizyokimyasal yapısı birbirine benzediğinden dolayı sodyumun tuz stresi altında yüksek konsantrasyonlarda taşınması potasyum noksanlığına neden olmaktadır (Maathuis ve Amtmann, 1999). Tuzlu koşullar altında çoğu glikofit türde K^+ konsantrasyonu önemli derecede azalmaktadır (Greenway ve Munns, 1980). Nitekim antepfıstığında tuz stresi sonucunda yapraklardaki K^+ miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Karimi ve Nasrolahpour-Moghadam, 2016a). Zhu vd. (2008)'ne göre, hıyarda tuz stresi altında, yapraklardaki K^+ içeriği ile tuz toleransı arasında ilişki bulunmaktadır. Ashraf ve Sarwar (2002) *Brassicaceae* türlerinde artan tuzluluk ile K^+ miktarının azaldığını, ancak bu azalışın duyarlı olan bitkilerde daha fazla olduğunu belirtmiştir. Fu vd. (2019) asmada yaptıkları çalışmada tuz stresine toleranslı olan anaçların yapraklarında K^+ miktarının önemli miktarda arttığını, tuza toleranslı anaçlarda var olan yapraklara K^+ taşıma kabiliyeti ile yapraklardaki tuz zararının azaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca armutta yapılan bir çalışmada tuzluluğun K^+ miktarına etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Musacchi vd., 2006). Bahsedilen araştırma sonuçlarından hareketle çalışmamızda yıllara göre farklı sonuçlar ortaya çıkmasına rağmen bulguların literatür ile kısmen benzer olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle ilk yıl sonuçlarında toleranslı olarak değerlendirdiğimiz OHxF 97 anacında artan stres seviyesinin K^+ miktarını nispeten yükselttiği görülmüştür. Tuz stresine duyarlı

olduğunu düşündüğümüz Fox 11 anacında ise tam tersi bir durum ortaya çıkmış, 20 mM ve 40 mM NaCl uygulamalarında K^+ miktarı kontrol bitkilerine göre azalmıştır. Ca^{2+} 'un bitki büyümesi üzerine tuz stresinin olumsuz etkilerini hafiflettiği belirtilmiştir (Ahmad ve Prasad, 2012; Sarwat vd., 2013). Ayrıca Navarro vd. (2002) yapraklardaki Ca^{2+} birikiminin tuz toleransına karşı geliştirilmiş bir faktör olduğunu öne sürmüştür. Ancak Musacchi vd. (2006) tuz stresinin yapraklardaki K^+ miktarının yanı sıra Ca^{2+} ve Mg^{2+} üzerine de etkisi olmadığını ifade etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada NaCl stresi altındaki anaçların yapraklarında Ca^{2+} ve Mg^{2+} miktarının değişmediği ancak OHxF 97 anacında stres ile bu maddelerin miktarlarında nispeten artış olduğu görülmüştür. García-Lidón vd. (1998) tuz stresi altındaki limonda N^{2+} içeriğinin değişiklik gösterdiğini, Rashad ve Hussien (2014) mısırdaki tuz stresi altında N^{2+} içeriğinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışmada da N^{2+} miktarının yıllara ve anaçlara göre değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonlarında sekonder bileşiklerin birincil maddesi olan P^{4+} alımı azalmaktadır (Waring ve Pitman, 1985). Sotiropoulos vd. (2007) ayva genotiplerinde B^+ ve tuz stresinin etkilerini araştırdıkları bir çalışmada tuzun bitki dokularındaki P^{4+} miktarında azalışa neden olduğunu bulmuşlardır. Tahıllarda ise tuz stresi ile P^{4+} alımının ve birikiminin azaldığı bilinmektedir (Rashad ve Hussien, 2014). Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre P^{4+} içeriği değişkenlik göstermektedir. Ancak OHxF 333 anacında stres uygulamaları ile P^{4+} miktarının azaldığı saptanmıştır. İlaveten Fox 11 anacında da P^{4+} içeriğinin NaCl stresi ile nispeten azalış gösterdiği belirlenmiştir. Grattan ve Grieve (1999) tarafından tuzluluğun bitki sürgünlerinde Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , molibden (Mo^{+5}) ve Zn^{2+} gibi mikro besin elementlerinin alımını arttırabildiği, azaltabildiği veya hiç etkilemediği ifade edilmiştir. Nitekim kirazda (Papadakis vd., 2007) Fe^{2+} ve Mn^{2+} , turuncgillerde ise (Alvarez-Gerding vd., 2015) Mn^{2+} , Fe^{2+} , B^+ içeriklerinin tuz stresinden etkilenmedikleri saptanmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu yönüyle literatüre uygunluk göstermektedir. Arpada yapılan tuz stresi çalışmasında Cu^{2+} konsantrasyonunda bir değişim olmadığı gözlenirken (Ahmed vd., 2013), mısırdaki tuz stresi ile Cu^{2+} miktarının baskılandığı belirtilmiştir (Rashad ve Hussien, 2014). Bizim çalışmamızda da Cu^{2+} içeriğinin anaçlara ve uygulamalara bağlı olarak kısmen baskılandığı, ancak Fox 11 anacında özellikle 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde Cu^{2+} miktarının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Zn^{2+} miktarında da benzer sonuçlar elde edilmiş, Fox 11 anacı en yüksek Zn^{2+} içeriğine sahip olmasına rağmen stres altında yapraklardaki

konsantrasyonu azalış göstermiştir. Yapraklarda ortaya çıkan Zn^{2+} miktarındaki değişimlerin, Babalık (2012) tarafından asmada yapılan tuz stresi çalışması ile benzerlik taşıdığı belirlenmiştir.

Armut yetiştiriciliğinde kullanılan farklı türlere ait anaçların doğada en yaygın formda bulunan NaCl tuzuna karşı gösterdikleri tolerans/hassasiyet özelliklerinin detaylı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ile incelendiği mevcut doktora çalışmasında öne çıkan sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Bitki boyu, özellikle 40 mM ve 80 mM NaCl stresi seviyelerinde BA 29 dışındaki tüm anaçlarda olumsuz etkilenmiştir. İlaveten 80 mM NaCl uygulamaları neticesinde her iki yılda da en fazla etkilenen anacın Fox 11 olduğu belirlenmiştir.

Gövde çapı, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında NaCl stresinden etkilenmemiş, OHxF anaçlarında özellikle de OHxF 333 anacında 40 mM ve 80 mM NaCl uygulamalarında azalmıştır.

Yaprak alanı bakımından değişim ilk yılda sadece BA 29 anacında belirlenirken, ikinci yılda 80 mM NaCl stresinde tüm anaçlarda ortaya çıkmıştır. Bu stres seviyesinde yaprak alanı açısından en önemli azalışlar ilk yılda BA 29, ikinci yılda ise OHxF 333 anacında görülmüştür. Ayrıca 40 mM NaCl seviyesinde yaprak alandaki en fazla azalışın Fox 11 anacında olduğu saptanmıştır.

Kök yaş ağırlığındaki en önemli değişimler Fox 11 anacında meydana gelmiş, 40 mM ve 80 mM NaCl seviyelerinde bu anaçta ağırlık önemli miktarda azalmıştır. Benzer sonuçlar özellikle çalışmanın ikinci yılında kök kuru ağırlığında da bulunmuştur.

Zararlanma derecesi her iki yılda da en yüksek Fox 11 anacında belirlenmiş, bunu BA 29 anacı takip etmiştir. Üstelik Fox 11 anacında 40 mM NaCl seviyesinde dahi zararlanmanın oldukça yüksek olduğu ve hatta OHxF anaçlarının 80 mM NaCl stresi uygulamalarından bile daha yüksek zararlanma puanına sahip olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın ilk yılında NaCl stresinin membran geçirgenliği üzerine etkisi olmamışken, denemenin ikinci yılında OHxF 97 anacının tüm stres seviyelerinde, BA

29 anacının ise 80 mM NaCl uygulamalarında geçirgenliğin önemli derecede arttığı görülmüştür.

YSP bakımından değişimler; çalışmanın ilk yılında 15. gün ölçümlerinde OHxF anaçlarında, 30. günde yapılan ölçümlerde ise OHxF 333 anacının 80 mM NaCl seviyesinde belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılının 15. ve 30. günü ölçümleri sonunda benzer sonuçlar elde edilmiştir. İlaveten 45. günde yapılan ölçümlerde OHxF 97, Fox 11 ve BA 29 anaçlarında, deneme sonu ölçümlerinde ise OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında YSP'nin azaldığı saptanmıştır.

NaCl stresi tüm anaçlarda stoma iletkenliğini etkilemiş, artan stres şiddeti ile iletkenliğin azaldığı belirlenmiştir. Her ne kadar tüm anaçların stresten etkilendiği saptanmışsa da OHxF 97 anacında stoma iletkenliğinin diğer anaçlara kıyasla daha küçük bir oranda azaldığı görülmüştür.

Stres faktörü karşısında klorofil yoğunluğundaki en önemli azalmalar BA 29 anacında ortaya çıkmıştır. Üstelik bu anaçta, erken dönemde ve nispeten düşük NaCl stresi altında bile klorofil yoğunluğunun azaldığı saptanmıştır. BA 29 anacını Fox 11 anacı takip etmiş, denemenin son dönemlerine doğru bahsedilen iki anacın klorofil yoğunluğundaki azalışlar benzerlik göstermiştir.

Prolin miktarı bakımından yıllara ve uygulamalara göre farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Özellikle 80 mM NaCl uygulamalarında yapraklardaki prolin miktarının arttığı, bu artışın her iki yılda da Fox 11, OHxF 97 ve BA 29 anaçlarında önemli olduğu tespit edilmiştir. 80 mM NaCl stresi seviyesinde en fazla prolin birikimi Fox 11 anacında belirlenmiş ve bu anacı OHxF 97 anacı izlemiştir.

Glisin betain birikimi üzerine anaçların ve uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Çalışmada anaçların sahip oldukları genel glisin betain miktarları açısından dikkat çekici bir sonuç ortaya çıkmış, her iki yılda da OHxF anaçlarının diğer anaçlara kıyasla daha yüksek glisin betain miktarlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Araştırmamızdaki en çarpıcı sonuçlardan biri H₂O₂ miktarında elde edilmiştir. Özellikle uygulamaların ilk yılında, *Pyrus* cinsinde NaCl stresi ile H₂O₂ miktarı ters

bir tutum sergilemiş, stres seviyesi arttıkça yapraklardaki H₂O₂ miktarının azaldığı görülmüştür.

Toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasite, NaCl stresi ile yıllara, anaçlara ve stres seviyesine göre dalgalı değişimler göstermiştir. Toplam fenolik bileşik miktarı her iki yılda da NaCl stresinden etkilenmezken, Fox 11 anacı daha yüksek içeriğe sahip olarak öne çıkmıştır. Toplam flavonoid içeriğinin ilk yıl uygulamalarında Fox 11 anacının 80 mM NaCl uygulamalarında azaldığı, 2018 yılında ise içeriğinin değişmediği belirlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite miktarı ise 80 mM NaCl seviyesinde OHxF 333 ve Fox 11 anaçlarında artmıştır. İlaveten çalışmanın yapıldığı her iki yılda da en yüksek toplam flavonoid içeriğine ve toplam antioksidan kapasite miktarına BA 29 anacının sahip olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızdaki hipotezlerden biri olan ve armutta en önemli fenolik bileşen konumunda bulunan arbutinin, denemenin ilk yılında Fox 11 anacının 40 mM ve 80 mM NaCl seviyelerinde miktarsal olarak azaldığı bulunmuştur. Klorojenik asit miktarında da benzer bir durum gözlenmiş ve Fox 11 anacının 80 mM NaCl seviyelerinde bu bileşiğin miktarında azalış olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan ferulik asit miktarı hem OHxF 97 hem de Fox 11 anaçlarında artmıştır. Üstelik OHxF 97 anacında, stres seviyesi ile paralel ve daha keskin bir artış olduğu belirlenmiştir.

Lipit peroksidasyon miktarı, bilhassa çalışmanın ikinci yılında Fox 11 anacında stres uygulamaları neticesinde artış göstermiştir. BA 29 anacının 80 mM NaCl uygulamaları sonucunda lipit peroksidasyon miktarı artsa da 20 mM ve 40 mM NaCl seviyelerinde MDA içeriğinin azaldığı saptanmıştır. OHxF anaçlarında ise kayda değer değişimler olmamıştır.

NaCl stresi altında SOD aktivitesinin artışı ile ilgili olarak en önemli değişimler OHxF 97 anacında ortaya çıkmıştır. Artan stres seviyesi aktiviteyi arttırmış ve en yüksek enzim aktivitesi iki yılda da 80 mM NaCl uygulamalarında elde edilmiştir.

Yapraklardaki CAT aktivitesi neredeyse tüm anaçlarda artan stres seviyesi ile artmıştır. Ancak özellikle uygulamaların ikinci yılında OHxF 97 anacındaki artışın dikkat çekici olduğu görülmüştür.

GR aktivitesi, artan NaCl stresi karşısında anaçlara ve uygulamalara göre farklılıklar içermiştir. Birinci yıl uygulamalarında Fox 11 anacının 40 mM ve 80 mM NaCl seviyelerinde aktivitenin azaldığı saptanmıştır. Çalışmanın ikinci yılında ise OHxF 97 anacının 80 mM NaCl seviyesinde aktivitenin azaldığı yine de kontrol bitkilerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. İlâveten denemenin iki yılında da Fox 11 ve BA 29 anaçları daha düşük enzim aktivitesine sahip olmuşlardır.

Yapraklardaki DHAR ve GR aktiviteleri araştırmanın yapıldığı her iki yılda da OHxF anaçlarında artan stres seviyesi ile artmış ve en yüksek enzim aktiviteleri 80 mM NaCl seviyelerinde belirlenmiştir. Fox 11 ve BA 29 anaçlarında ise yıllara ve uygulamalara göre bahsedilen enzimlerin aktivitelerinde değişkenlikler görülmüştür

Tüm anaçlarda artan stres seviyesinin APX aktivitesini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca enzim aktivitesinde meydana gelen bu artışların OHxF anaçlarında çok daha belirgin olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmamızda yapraklardaki Na^+ miktarı 80 mM NaCl uygulamalarında tüm anaçlarda önemli derecede artmıştır. Ancak daha belirgin artışlar Fox 11 anacında ortaya çıkmıştır. İlâveten anaçların yapraklarındaki toplam Na^+ miktarları ele alındığında; en fazla içerikler her iki yılda da sırasıyla Fox 11 ve BA 29 anaçlarında tespit edilmiştir.

Çalışmada yapraklardaki N^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} ve B^+ içerikleri yıllara ve anaçlara göre farklılıklar göstermiş, bu besin maddeleri ile NaCl stresi arasında önemli ilişkiler belirlenmemiştir. K^+ miktarı ilk yıl sonuçlarına göre Fox 11 anacında tüm stres uygulamalarında önemli şekilde azalmıştır. İlâveten 40 mM NaCl seviyesinin BA 29 anacında K^+ miktarını arttırdığı görülmüştür. Araştırmanın ikinci yılında ise K^+ miktarının uygulamalardan etkilenmediği saptanmıştır. P^{4+} miktarı bakımından farklılık sadece denemenin ilk yılında OHxF 333 anacında görülmüş ve bu anaçta stres uygulamaları neticesinde P^{4+} miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Cu^{2+} ve Zn^{2+} içeriği bakımından birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmış, Fox 11 anacında NaCl stresi ile yıllara göre nispi veya önemli miktarda azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, kullanılan anaçların tuzluluk faktörüne karşı tolerans/hassasiyet durumları hakkında bilgi

üretildiğini söylemek mümkün görülmektedir. İncelenen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ışığında Fox 11 anacının tuz stresine karşı duyarlı olduğunu belirtmek kanaatimizce yanlış bir ifade olmadığı yönündedir. Bahsedilen anacın yapraklarında nispeten düşük tuzluluk değerinde bile zararlanmalar meydana geldiğinden tuz tehdidi altındaki alanlarda yapılacak armut yetiştiriciliği için Fox 11 anacının uygun bir seçim olmayacağı söylenebilir. Araştırmada yer alan BA 29 anacı hakkında da benzer görüşler belirtilebilir. Her ne kadar Fox 11 anacı kadar olmasa da BA 29 anacının da tuz stresine karşı duyarlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmadaki çıktılar tuzluluğa en fazla tolerans gösteren anacın OHxF 97 olduğunu işaret etmektedir. Nitekim tuzluluğa toleransta önemli kriterler olan yaprak alanı, zararlanma derecesi, stoma iletkenliği, üst aksamla zararlı iyonların taşınmasını sınırlandırma ile antioksidatif savunma mekanizmalarını devreye geçirme gibi tolerans parametrelerinin OHxF 97 anacında daha etkili bir şekilde çalıştığı söylenebilir. Üstelik bu tolerans faktörlerinin büyük bir çoğunluğu OHxF 97 anacının genelde 80 mM NaCl seviyelerinde daha etkili olmuştur. Bu bilgiler bize topraktaki eşik tuzluluk değeri olan 4 dS/m⁻¹ veya altındaki tuzluluklarda OHxF 97 anacının, üzerine aşılı olan çeşidin tolerans kabiliyeti ile de ilgili olarak armut yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak gelişme kuvveti ve erken meyveye yatma gibi özellikler de göz önüne alındığında armut üretiminde OHxF 333 anacının da bahsi geçen anaca alternatif olabileceği düşünülmektedir. İlaveten çalışmamızda armudun tuz stresine tolerans mekanizmasında rol oynayabileceği düşünülen arbutin ve klorojenik asit hakkında da bilgiler üretilmiştir. Ancak tuzluluğa tolerans mekanizmasında kesin olarak görev alıp almadıklarını belirleyebilmek adına mevcut anaçlarda daha yüksek konsantrasyonlarda tuz stresi uygulamaları ile farklı bitkisel organlarda detaylı biyokimyasal analizlerin yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbas, T., Pervez, M. A., Ayyub, C. M. & Ahmad, R. (2013). Assessment of morphological, antioxidant, biochemical and ionic responses of salttolerant and salt-sensitive okra (*Abelmoschus esculentus*) under saline regime. *Pakistan Journal of Life and Social Science*, 11(2), 147-153.
- Abbaspour, H. (2012). Effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes, and proline accumulation in pistachio plants. *Journal of Medicinal Plant Research*, 6(3), 526-529.
- Abdallah, M. M. S., Abdelgawad, Z. A. & El-Bassiouny, H. M. S. (2016). Alleviation of the adverse effects of salinity stress using trehalose in two rice varieties. *South African Journal of Botany*, 103, 275-282. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.09.019>
- Abdel Latef, A. A. & Chaoxing, H. (2014). Does the inoculation with *Glomus mosseae* improve salt tolerance in pepper plants? *The Journal of Plant Growth Regulation*, 33(3), 644-653. <https://doi.org/10.1007/s00344-014-9414-4>
- AbdElgawad, H., Zinta, G., Hegab, M. M., Pandey, R., Asard, H. & Abuelsoud, W. (2016). High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontier in Plant Science*, 7(276), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00276>.
- Abdoli Nejad, R. & Shekafendeh, A. (2014). Salt stress-induced changes in leaf antioxidant activity, proline and protein content in Shah Anjir and Anjir Shiraz fig seedlings. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(2), 121-129. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2014.52782>
- Abogadallah, G. M., Serag, M. M. & Quick, W. P. (2010). Fine and coarse regulation of reactive oxygen species in the salt tolerant mutants of barnyard grass and their wild-type parents under salt stress. *Plant Physiology*, 138(1), 60-73. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2009.01297.x>
- Abrol, E., Vyas, D. & Koul, S. (2012). Metabolic shift from secondary metabolite production to induction of anti-oxidative enzymes during NaCl stress in *Swertia chirata* Buch.-Ham. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(2), 541-546. <https://doi.org/10.1007/s11738-011-0851-4>
- Agarwal, S. & Shaheen, R. (2007). Stimulation of antioxidant system and lipid peroxidation by abiotic stresses in leaves of *Momordica charantia*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(2), 149-161. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000200007>.
- Agastian, P., Kingley, S. J. & Vivekanandan, M. (2000). Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, 38(2), 287-290. <https://doi.org/doi.org/10.1023/A:1007266932623>
- Ahmad, P. & Prasad, M. N. V. (2012). *Environmental Adaptations and Stress Tolerance in Plants in the Era of Climate change*. New York. Springer Science & Business Media.
- Ahmad, P. (2009). Growth and antioxidant responses in mustard (*Brassica juncea* L.) plants subjected to combined effect of gibberellic acid and salinity. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56(5), 575-588. <https://doi.org/10.1080/03650340903164231>

- Ahmad, P., Jaleel, C. A., Salem, M. A., Nabi, G. & Sharma, S. (2010). Roles of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30(3), 161-175. <https://doi.org/10.3109/07388550903524243>
- Ahmadi, A., Emam, Y. & Pessarakli, M. (2009). Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress. *Journal of Food Agriculture Environment*, 7(1), 123-128.
- Ahmed, I. M., Dai, H., Zheng, W., Cao, F., Zhang, G., Sun, D. & Wu, F. (2013). Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.004>
- Akça, Y. & Samsunlu, E. (2012). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation and K/Na ratio in walnut. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5), 1513-1520.
- Akçay, D. & Eşitken, A. (2016). MM106 anacına ve üzerine aşılı Golden Delicious elma çeşidine tuz stresinin etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 3(2), 228-232.
- Akram, N. A., Ashraf, M. & Al-Qurainy, F. (2012). Aminolevulinic acid-induced changes in some key physiological attributes and activities of antioxidant enzymes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants under saline regimes. *Scientia Horticulturae*, 142, 143-148. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.05.007>
- Al Busaidi, K. T. S. & Farag, K. M. (2015). The use of electrolyte leakage procedure in assessing heat and salt tolerance of Ruzaiz date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar regenerated by tissue culture and offshoots and treatments to alleviate the stressful injury. *Journal of Horticulture and Forestry*, 7(4), 104-111. <https://doi.org/10.5897/JHF2014.0378>
- Alarcon, J. J., Sánchez-Blanco, M. J., Bolarin, M. C. & Torrecillas, A. (1993). Water relations and osmotic adjustment in *Lycopersicon esculentum* and *L. pennellii* during short-term salt exposure and recovery. *Physiologia Plantarum*, 89(3), 441-447. <https://doi.org/10.1111/j.1399.3054.1993.tb05196.x>
- Alberico, G. J. & Cramer, G. R. (1993). Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? 1. Preliminary screening of seven cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11), 2289-2303. <https://doi.org/10.1080/01904169309364687>
- Al-Dakheel, A. J. & Hussain, M. I. (2016). Genotypic variation for salinity tolerance in *Cenchrus ciliaris* L. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1090. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01090>
- Almansa, M. S., Hernandez, J. A., Jimenez, A., Botella, M. A. & Sevilla, F. (2002). Effect of salt stress on the superoxide dismutase activity in leaves of *Citrus limonum* in different rootstock-scion combinations. *Biologia Plantarum*, 45(4), 545-549. <https://doi.org/10.1023/A:10222373025148>
- Almodares, A., Hadi, M. R., Kholdebarin, B., Samedani, B. & Kharazian, Z. A. (2014). The response of sweet sorghum cultivars to salt stress and accumulation of Na⁺, Cl⁻ and K⁺ ions in relation to salinity. *Journal of Environmental Biology*, 35(4), 733-739.

- Alvarez-Acosta, C., Marrero-Dominguez, A., Gallo-Llobet, L. & Gonzalez-Rodriguez, A. M. (2018). Physiological response of selected avocados (*Persea americana*) subjected to NaCl and NaHCO₃ stress. *Scientia Horticulturae* 237, 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.010>
- Alvarez-Gerding, X., Espinoza, C., Inostroza-Blancheteau, C. & Arce-Johnson, P. (2015). Molecular and physiological changes in response to salt stress in *Citrus macrophylla* W plants overexpressing Arabidopsis CBF3/DREB1A. *Plant Physiology and Biochemistry*, 92, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.04.005>
- Andrade, P. B., Carvalho, A. R. F., Seabra, R. M. & Ferreira, M. A. (1998). A previous study of phenolic profiles of quince, pear, and apple purees by HPLC diode array detection for the evaluation of quince puree genuineness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(3), 968-972. <https://doi.org/10.1021/jf970571j>
- Andreotti, C., Costa, G. & Treutter, D. (2006). Composition of phenolic compounds in pear leaves as affected by genetics, ontogenesis and the environment. *Scientia Horticulturae*, 109(2), 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.03.014>
- Anjum, N. A., Aref, I. M., Duarte, A. C., Pereira, E., Ahmad, I. & Iqbal, M. (2014). Glutathione and proline can coordinately make plants withstand the joint attack of metal(loid) and salinity stresses. *Frontiers and Plant Science*, 5, 662. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00662>
- Anonim (2007). *Land and Plant Nutrition Management Service*, Food and Agricultural Organization, <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush> (Son erişim tarihi: 20 Kasım 2019)
- Anonim (2008). *Land and Plant Nutrition Management Service*, Food and Agricultural Organization, <http://www.fao.org/ag/agl/ag11/spush/> (Son erişim tarihi: 11 Nisan 2016)
- Anonim (2009). *Land and Plant Nutrition Management Service*, Food and Agricultural Organization, www.fao.org/wsfs/forum2050/ (Son erişim tarihi: 21 Kasım 2018)
- Anonim (2019a). *Land and Plant Nutrition Management Service*, Food and Agricultural Organization, www.fao.org/wsfs/forum2050/ (Son erişim tarihi: 05 Ekim 2021)
- Anonim (2019b). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Son erişim tarihi: 15 Aralık 2020)
- Aras, S. & Eşitken, A. (2019). Responses of Apple Plants to Salinity Stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 253-257.
- Archibold, O. W. (1995). *Ecology of world vegetation*. Pondicherry. Springer Science & Business Media.
- Asada, K. (1992). Ascorbate peroxidase a hydrogen scavenging enzyme in plants. *Physiologia Plantarum*, 85(2), 235-41. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1992.tb04728.x>
- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annual Review of Plant Biology*, 50(1), 601-639. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.601>

- Ashraf, A., Sarfraz, R. A., Mahmood, A. & ud Din, M. (2015). Chemical composition and in vitro antioxidant and antitumor activities of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. leaves. *Industrial Crops and Products*, 74, 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.059>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>
- Ashraf, M. & Harris, P.J.C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166(1), 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.10.024>
- Ashraf, M. (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1), 17-42. <https://doi.org/10.1080/07352689409701906>
- Ashraf, M. Y. & Sarwar, G. (2002). Salt tolerance potential in some members of Brassicaceae physiological studies on water relations and mineral contents. *Prospects for Saline Agriculture*, 237-245.
- Ashrafi, E., Razmjoo, J., Zahedi, M. & Pessarakli, M. (2015). Screening alfalfa for salt tolerance based on lipid peroxidation and antioxidant enzymes. *Agronomy Journal*, 107(1), 167-173. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0248>
- Aubert, S., Hennion, F., Bouchereau, A., Gout, E., Bligny, R., & Dorne, A. J. (1999). Sub-cellular compartmentation of proline in leaves of the subantarctic Kerguelen cabbage *Pringlea antiscorbutica* R. Br, *In vivo* ¹³C-NMR study. *Plant Cell and Environment*, 22(3), 255-259. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1999.00421.x>
- Aydın, A., Kant, C. & Turan, M. (2012). Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*, 7(7), 1073-1086. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.274>
- Aziz, A., Martin-Tanguy, J. & Larher, F. (1998). Stress-induced changes in polyamine and tyramine levels can regulate proline accumulation in tomato leaf discs treated with sodium chloride. *Plant Physiology*, 104(2), 195-202. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1998.1040207.x>
- Babalık, Z. (2012). *Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Bajji, M., Kinet, J. M. & Lutts, S. (2001). The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 36(1), 61-70.
- Balal, R. M., Khan, M. M., Shahid, M., Mattson, N. S., Abbas, T., Ashfagh, M., Garsia Sanchez, F., Ghazanfer, U., Gimeno, V. & Iqbal, Z. (2010). Comparative studies on the physiochemical, enzymatic and ionic modifications in salt-tolerant and salt-sensitive citrus rootstocks under NaCl stress. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 137(2), 86-95. <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.2.86>
- Bano, S., Ashraf, M. & Akram, N. A. (2014). Salt stress regulates enzymatic and nonenzymatic antioxidative defense system in the edible part of carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 324-329. <https://doi.org/10.1080/17429145.2013.832426>

- Bañuls, J. & Primo-Millo, E. (1992). Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of citrus plants. *Physiologia Plantarum*, 86(1), 115-123. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1992.tb01319.x>
- Bañuls, J., Serna, M., Legaz, F., Talon, M. & Primo-Millo, E. (1997). Growth and gas Exchange parameters of Citrus plants stressed with different salts. *Journal of Plant Physiology*, 150(1-2), 194-199. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(97\)80202-7](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(97)80202-7)
- Bartels, D. & Sunkar, R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(1), 23-58. <https://doi.org/10.1080/07352680590910410>
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. & Palutikof, J. P. (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland. *The American Midland Naturalist*, 168(1).
- Bates, L. S., Waldren, R. P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- Begara-Morales, J. C., Sánchez-Calvo, B., Chaki, M., Valderrama, R., Mata-Pérez, C., López-Jaramillo, J., Padilla, M. N., Carreras, A., Corpas, F. J. Barraso, J. B. (2014). Dual regulation of cytosolic ascorbate peroxidase (APX) by tyrosine nitration and S-nitrosylation. *Journal of Experimental Botany*, 65(2), 527-538. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert396>
- Behboudian, M. H., Törökfalvy, E. & Walker, R. R. (1986). Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Scientia Horticulturae*, 28(1-2), 105-116. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(86\)90130-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(86)90130-5)
- Bell, R. L., Quamme, H. A., Layne, R. E. C. & Skirvin, R. M. (1996). Pears. In *Fruit Breeding Tree and Tropical Fruits*, (pp. 441-514).
- Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B., Sensoy, S., Boukhriss, M. & Ben Abdullah, F. (2010). Exogenous proline effects on photosynthetic performance and antioxidant defense system of young olive tree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4216-4222. <https://doi.org/10.1021/jf9041479>
- Bendaly, A., Messed, D., Smaoui, A., Ksoui, R., Bouchereau, A. & Abdelly, C. (2016). Physiological and leaf metabolome changes in the xerophyte species *Atriplex halimus* induced by salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 103, 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.02.037>
- Benzarti, M., Rejeb, K. B., Messedi, D., Mna, A. B., Hessini, K., Ksontini, M., Abdelly, C. & Debez, A. (2014). Effect of high salinity on *Atriplex portulacoides*: Growth, leaf water relations and solute accumulation in relation with osmotic adjustment. *South African Journal of Botany*, 95, 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.08.009>
- Bernstein, L. (1965). Salt tolerance of fruit Crops. *USDA Agriculture Information Bullteins*, 292, 1-8.
- Bernstein, N., Ioffe, M. & Zilberstaine, M. (2001). Salt-stress effects on avocado rootstock growth. I. Establishing criteria for determination of shoot growth sensitivity to the stress. *Plant and Soil* 233(1), 1-11. <https://doi.org/10.1023/A:1010370802778>

- Bernstein, N., Meiri, A. & Zilberstaine, M. (2004). Root growth of avocado is more sensitive to salinity than shoot growth. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 129(2), 188-192. <https://doi.org/10.21273/JASHS.129.2.0188>
- Bistgani, Z. E., Hashemi, M., Da Costa, M., Craker, L., Maggi, F. & Morshedloo, M. R. (2019). Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*, 135, 311-320. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.055>
- Blokhina, O., Virolainen, E. & Fagerstedt, K. V. (2003). Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*, 91(2), 179-194. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf118>
- Blum, A. (1986). Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(3), 199-237. <https://doi.org/10.1080/07352688509382196>
- Blum, A., Munns, R., Passioura, J. B. & Turner, N. C. (1996). Letters to the Editor, Genetically engineered plants resistant to soil drying and salt stress: how to interpret osmotic relations. *Plant Physiology*, 110(4), 1051-1053. <https://doi.org/10.1104/pp.110.4.1051>
- Bohnert, H. J. & Jensen, R. G. (1996). Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*, 14(3), 89-97. [https://doi.org/10.1016/0167-7799\(96\)80929-2](https://doi.org/10.1016/0167-7799(96)80929-2)
- Bohnert, H. J., & Shen, B. (1999). Transformation and compatible solutes. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 237-260. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00195-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00195-2)
- Bohnert, H. J., Nelson, D. E. & Jensen, R. G. (1995). Adaptations to environmental stresses. *The Plant Cell*, 7(7), 1099-1111. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.1099>
- Boland, A. M., Jerie, P. & Maas, E. (1997). Long-term effects of salinity on fruit trees. *Acta Horticulturae*, 449, 599-606. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.449.83>
- Bor, M., Özdemir, F. & Türkan, İ. (2003). The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. *Plant Science*, 164(1), 77-84. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00338-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00338-2)
- Botella, M. A., Rosado, A., Bressan, R. A. & Hasegawa, P. M. (2005). Plant Adaptive Responses to Salinity Stress. *Plant Abiotic Stress*, (pp. 38-70).
- Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H. & Marzouk, B. (2008). Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *Comptes Rendus Biologies*, 331(1), 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.11.001>
- Bray, E. A., Bailey-Serres, J. & Weretilnyk, E. (2000). Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and molecular biology of plants*, (pp. 1158-1203).
- Büssis, D. & Heineke, D. (1998). Acclimation of potato plants to polyethylene glycol-induced water deficit II. Contents and subcellular distribution of organic solutes. *Journal of Experimental Botany*, 49(325), 1361-1370. <https://doi.org/10.1093/jxb/49.325.1361>

- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S. & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2), 97-110. <https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2012.40316>
- Byrt, C. S. & Munns, R. (2008). Living with salinity. *New Phytologist*, 179(4), 903-905.
- Carillo, P., Cirillo, C., De Micco, V., Arena, C., De Pascale, S. & Rouphael, Y. (2019). Morpho-anatomical, physiological and biochemical adaptive responses to saline water of *Bougainvillea spectabilis* Willd. trained to different canopy shapes. *Agricultural Water Management*, 212, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.037>
- Carrasco-Ríos, L. & Pinto, M. (2014). Effect of salt stress on antioxidant enzymes and lipid peroxidation in leaves in two contrasting corn, 'Lluteño' and 'Jubilee'. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(1), 89-95. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100014>
- Cavalcanti, E. R., Oliveria, J. T. A., Martins-Miranda, A. S., Viegas, R. A. & Silveria, J. A. G. (2004). Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpea leaves. *New Phytologist*, 163(3), 563-571. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01139.x>
- Cerdá, A., Caro, M., Fernández, F. G. & Guillen, M. G. (1977). Foliar contents of sodium and chloride on citrus rootstocks irrigated with saline waters. *Managing Saline Water for Irrigation*, (pp. 155-164).
- Chaparzadeh, N. & Hosseinzad-Behboud, E. (2015). Evidence for enhancement of salinity induced oxidative damages by salicylic acid in radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 5(1), 23-33.
- Chaparzadeh, N., D'Amico, M. L., Khavari-Nejad, R. A., Izzo, R. & Navari-Izzo, F. (2004). Antioxidative responses of *Colendula officinalis* under salinity conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42(9), 695-701. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.07.001>
- Chartzoulakis, K. S. (2005). Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78(1-2), 108-121. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.025>
- Chatterjee, P., Samaddar, S., Anandham, R., Kang, Y., Kim, K., Selvakumar, G. & Sa, T. (2017). Beneficial soil bacterium *Pseudomonas frederiksbergensis* OS261 augments salt tolerance and promotes red pepper plant growth. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00705>
- Chaves, M. M., Flexas, J. & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103(4), 551-560. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn125>
- Cheeseman, J. M., Herendeen, L. B., Cheeseman, A. T. & Clough, B. F. (1997). Photosynthesis and photoprotection in mangroves under field conditions. *Plant Cell Environment*, 20(5), 579-588. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1997.00096.x>
- Chen, C., Tao, C., Peng, H. & Ding, Y. (2007). Genetic analysis of salt stress responses in asparagus bean (*Vigna unguiculata* L. ssp. *Sesquipedalis* verd.). *Journal of Heredity*, 98(7), 655-665. <https://doi.org/10.1093/jhered/esm084>

- Chen, D. M., Keiper, F. & De Filippis, L. F. (1998). Physiological changes accompanying the induction of salt tolerance in *Eucalyptus microcorys* shoots in tissue culture. *Journal of Plant Physiology*, 152(4-5), 555-563. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(98\)80277-0](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(98)80277-0)
- Chen, Z., Cuin, T. A., Zhou, M., Twomey, A., Naidu, B. P. & Shabala, S. (2007). Compatible solute accumulation and stress-mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 58(15-16), 4245-4255. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm284>
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A. & Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science*, 45(2), 437-448. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0437>
- Chinta, S., Lakshmi, A. & Giridarakumar, S. (2001). Change in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*, 161(3), 613-619. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00450-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00450-2)
- Cimato, A., Castelli, S., Tattini, M. & Traversi, M. L. (2010). An ecophysiological analysis of salinity tolerance in olive. *Environmental and Experimental Botany*, 68(2), 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.12.006>
- Cirillo, C., Roupshael, Y., Caputo, R., Raimondi, G., Sifola, M. I. & De Pascale, S. (2016). Effects of high salinity and the exogenous application of an osmolyte on growth, photosynthesis, and mineral composition in two ornamental shrubs. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91(1), 14-22. <https://doi.org/10.1080/14620316.2015.1110988>
- Colla, G., Roupshael, Y., Cardarelli, M., Svecova, E., Rea, E. & Lucini, L. (2013). Effects of saline stress on mineral composition, phenolic acids and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon genotypes grown in floating system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(5), 1119-1127. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5861>
- Colla, G., Roupshael, Y., Leonardi, C. & Bie, Z. (2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.004>
- Cui, T., Nakamura, K., Ma, L., Li, J. Z. & Kayahara, H. (2005). Analyses of arbutin and chlorogenic acid, the major phenolic constituents in oriental pear. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 3882-3887. <https://doi.org/10.1021/jf047878k>
- 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. <https://doi.org/10.1104/pp.98.4.1222>
- Çırak, C. & Esendal, E. (2006). Soyada kuraklık stresi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 231-237.
- Çiçek, N. & Çakırlar, H. (2002). The effect of salinity on some physiological parameters in two maize. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 28(1-2), 66-74.

- Çimen, B., Yeşiloğlu, T., Yılmaz, B. & İncesu, M. (2013). Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı turunçgil anaçlarının fotosentetik performansları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2), 13-18.
- D'Souza, M. R. & Devaraj, V. R. (2010). Biochemical responses of Hyacinth bean (*Lablab purpureus*) to salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32(2), 341-353. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0412-2>
- Dajic, Z. (2006). Salt stress. *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*, (pp. 41-99).
- Dal, B. İ., Yazıcı, K. & Baktır, İ. (2016). Tuz stresi ve bahçe bitkileri üzerindeki etkileri. *Derim*, 18(3), 122-131.
- Das, S. K., Patra, J. K. & Thatoi, H. (2016). Antioxidative response to abiotic and biotic stresses in mangrove plants: a review. *International Review of Hydrobiology*, 101(1-2), 3-19. <https://doi.org/10.1002/iroh.201401744>
- de Azevedo Neto, A. D., Gomes-Filho, E. & Prisco, J. T. (2008). Salinity and oxidative stress. *Abiotic stress and plant responses*. (pp. 57-82).
- de Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T., Enéas-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. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.01.008>
- de Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., Ruiz, H. A. & Prisco, J. T. (2003). Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49(2), 107-120. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00064-3](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00064-3)
- De Pascale, S., Dalla Costa, L., Vallone, S., Barbieri, G. & Maggio, A. (2011). Increasing water use efficiency in vegetable crop production: From plant to irrigation systems efficiency. *HortTechnology*, 21(3), 301-208. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.3.301>
- Deckers, T. & Schoofs, H. (2002). The World Pear Industry and Research: Present Situation and Future Development of European Pears (*Pyrus Communis*). *Acta Horticulturae*, 587, 37-54. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.587.1>
- Degl'Innocenti, E., Hafsi, C., Guidi, L. & Navari-Izzo, F. (2009). The effect of salinity on photosynthetic activity in potassium-deficient barley species. *Journal of Plant Physiology*, 166(18), 1968-1981. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.06.013>
- Dejampour, J., Aliasgarzad, N., Zeinalabedini, M., Rohani niya, M. & Hervan, E. M. (2012). Evaluation of salt tolerance in almond [*Prunus dulcis* (L.) Batsch] rootstocks. *African Journal of Biotechnology*, 11(56), 11907-11912. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2996>
- Delane, R., Greenway, H., Munns, R. & Gibbs, J. (1982). Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. I. Relationship between solute concentration and growth. *Journal of Experimental Botany*, 33(4), 557-573. <https://doi.org/10.1093/jxb/33.4.574>

- Demiral, T. & Türkan, I. (2004). Does exogenous glycinebetaine affect antioxidative system of rice seedlings under NaCl treatment?. *Journal of Plant Physiology*, 161(10), 1089-1100. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.03.009>
- Demiral, T. & Türkan, I. (2006). Exogenous glycinebetaine affects growth and proline accumulation and retards senescence in two rice cultivars under NaCl stress. *Environmental and Experimental Botany*, 56(1), 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.01.005>
- Dhindsa, R. S. & Matowe, W. (1981). Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defense against lipid peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, 32(1), 79-91. <https://doi.org/10.1093/jxb/32.1.79>
- Di Baccio, D., Navari-Izzo, F. & Izzo, R. (2004). Seawater irrigation: antioxidant defence responses in leaves and roots of a sunflower (*Helianthus annuus* L.) ecotype. *Journal of Plant Physiology*, 161(12), 1359-1366. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2003.07.001>
- Di Mascio, P., Murphy, M. E. & Sies, H. (1991). Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53(1), 194-200. <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.1.194S>
- Diego, A. M., Marco, A. O., Carlos, A. M. & José, C. (2003). Photosynthesis and activity of superoxide dismutase peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49(1), 69-76. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00058-8)
- Dionisio-Sese, M. L. & Tobita, S. (1998). Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, 135(1), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00025-9)
- Dondini, L. & Sansavini, S. (2012). European Pear. *Fruit Breeding*, (pp. 369-413).
- Dopp, M., Larher, F. & Weigel, P. (1985). Osmotic adaption in Australian mangroves. *Vegetatio*, 61(1-3), 247-253.
- Downton, W. J. S., Loveys, B. R. & Grant, W. J. R. (1990). Salinity effects on the stomatal behaviour of grapevine. *New Phytologist*, 116(3), 499-503. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00535.x>
- Dudal, R. (1976). *Inventory of Major Soils of the World with Special Reference to Mineral Stress*. Plant adaptation to mineral stress in problem soils, November 22-23, Maryland, 3-13.
- Duran Zuazo, V. H., Martínez-Raya, A. & Ruiz, J. A. (2003). Salt tolerance of mango rootstocks (*Mangifera indica* L. cv. Osteen). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1(1), 67-78.
- Elkins, R., Bell, R. & Einhorn, T. (2012). Needs assessment for future US pear rootstock research directions based on the current state of pear production and rootstock research. *Journal of the American Pomological Society*, 66(3).
- Elsayed, S., Misteale, B. & Schmidhalter, U. (2011). Can changes in leaf water potential be assessed spectrally?. *Functional Plant Biology*, 38(6), 523-533. <https://doi.org/10.1071/FP11021>

- Epstein, E., Norlyn, J. D., Rush, D. W., Kingsbury, R. W., Kelley, D. B., Cunningham, G. A. & Wrona, A. F. (1980). Saline culture of crops: a genetic approach. *Science*, 210(4468), 399-404. <https://doi.org/10.1126/science.210.4468.399>
- Erbil, Y. & Burak, M. (2003). Meyve fidan üretiminde klon anaçlarının kullanımı ve önemli klon anaçları. *Tarım ve Köy Dergisi*, 128.
- Ergene, A. (1982). *Toprak Bilgisi*. Erzurum. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ertürk, U., Sivritepe, N., Yerlikaya, C., Bor, M., Özdemir, F. & Türkan, İ. (2007). Responses of the cherry rootstock to salinity in vitro. *Biologia Plantarum*, 51(3), 597-600. <https://doi.org/10.1007/s10535-007-0132-7>
- Escarpa, A. & González, M. C. (1998). High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the determination of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. *Journal of Chromatography A*, 823(1-2), 331-337. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(98\)00294-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(98)00294-5)
- Esfandiari, E., Shakiba, M. R., Mahboob, S., Alyari, H. & Toorchi, M. (2007). Water stress, antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in wheat seedling. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5(1), 149-153.
- Eynard, A., Lal, R. & Wiebe, K. (2005). Crop response in salt affected soils. *Journal of Sustainable Agriculture*, 27(1), 5-50. https://doi.org/10.1300/J064v27n01_03
- Falleh, H., Jalleli, I., Ksouri, R., Boulaaba, M., Guyot, S., Magne, C. & Abdelly, C. (2012). Effect of salt treatment on phenolic compounds and antioxidant activity of two Mesembryanthemum edule provenances. *Plant Physiology and Biochemistry*, 52, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.11.001>
- Fallon, K. M. & Phillips, R. (1989). Responses to water stress in adapted carrot cell suspension cultures. *Journal of Experimental Botany*, 40(6), 681-687. <https://doi.org/10.1093/jxb/40.6.681>
- Fan, Y., Zhu, M., Shabala, S., Li, C. D., Johnson, P. & Zhou, M. X. (2014). Antioxidant Activity in Salt-Stressed Barley Leaves: Evaluating Time- and Age-Dependence and Suitability for the Use as a Biochemical Marker in Breeding Programs. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(4), 261-272. <https://doi.org/10.1111/jac.12068>
- Fernández-Ballester, G., García-Sánchez, F., Cerdá, A. & Martínez, V. (2003). Tolerance of citrus rootstock seedlings to saline stress based on the ability to regulate ion uptake and transport. *Tree Physiology*, 23(4), 265-271. <https://doi.org/10.1093/treephys/23.4.265>
- Fernández-García, N., Martínez, V. & Carvajal, M. (2004). Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(5), 616-622. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420416>
- Fernandez-Ocana, A., Chaki, M., Luque, F., Gomez-Rodriguez, M. V., Carreras, A., Valderrama R., Begara-Morales, J. C., Hernandez, L. E., Corpas, F. J. & Barroso, J. B. (2011). Functional analysis of superoxide dismutases (SODs) in sunflower under biotic and abiotic stress conditions. Identification of two new genes of mitochondrial Mn-SOD. *Journal of Plant Physiology*, 168(11), 1303-1308. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2011.01.020>

- Ferreira-Silva, S. L., Silva, E. N., Carvalho, F. E. L., de Lima, C. S., Alves, F. A. L. & Silveira, J. A. G. (2010). Physiological alterations modulated by rootstock and scion combination cashew under salinity. *Scientia Horticulturae*, 127(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.010>
- Ferreira-Silva, S. L., Silveria, J. A. G., Voigt, E. L., Soares, L. S. P. & Viegas, R. A. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20(1), 51-59. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000100006>
- Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. & Stabarakas, D. (2001). Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management*, 51(1), 13-27. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(01\)00115-9](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(01)00115-9)
- Fischer, M. (2009). Pear breeding. *Breeding plantation tree crops: Temperate species*, (pp. 135-160).
- Flowers, T. J. & Colmer, T. D. (2008). Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179(4), 945-963. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02531.x>
- Flowers, T. J. & Flowers, S. A. (2005). Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management*, 78(1-2), 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.015>
- Flowers, T. J. & Yeo, A. R. (1986). Ion relations of plants under drought and salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13(1), 75-91. <https://doi.org/10.1071/PP9860075>
- Flowers, T. J. & Yeo, A. R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: where the next? *Australian Journal of Plant Physiology*, 22(6), 875-884. <https://doi.org/10.1071/PP9950875>
- Flowers, T. J. (2004) Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 55(396), 307-319. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh003>
- Flowers, T. J., Troke, P. F. & Yeo A. R. (1977). The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 28(1), 89-121. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.28.060177.00513>
- Foolad, M. R. (2004). Recent advances in genetics of salt tolerance in tomato. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 76(2), 101-119.
- Ford, C. W. (1984). Accumulation of low molecular weight solutes in water-stressed tropical legumes. *Phytochemistry*, 23(5), 1007-1015. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)82601-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)82601-1)
- Forieri, I., Hildebrandt, U. & Rostás, M. (2016). Salinity stress effects on direct and indirect defence metabolites in maize. *Environmental and Experimental Botany*, 122, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.09.007>
- Foyer, C. H. & Halliwell, B. (1976). The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplast: a proposed role in ascorbic acid metabolism. *Plant*, 133(1), 21-25. <https://doi.org/10.1007/BF00386001>

- Foyer, C. H., Descourvieres, P. & Kunert, K. J. (1994). Protection against oxygen radicals: An important defense mechanism studied in transgenic plants. *Plant, Cell and Environment*, 17(5), 507-523. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1994.tb00146.x>
- Fozouni, M., Abbaspour, N. & Baneh, H. D. (2015). Leaf water potential, photosynthetic pigments and compatible solutes alterations in four grape cultivars under salinity. *Vitis*, 51(3), 147-152.
- Francois, L. E. & Maas, E. V. (1994). Crop response and management on salt-affected soils. In *Handbook of Plant and Crop Stress* (pp. 149-181).
- Fridovich, I. (1986). Biological effects of the superoxide radical. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 247(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(86\)90526-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(86)90526-6)
- Fu, M., Li, C. & Ma, F. (2013). Physiological responses and tolerance to nacl stress in different biotypes of *Malus prunifolia*. *Euphytica*, 189(1), 101-109. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0721-1>
- Fu, Q., Tan, Y., Zhai, H. & Du, Y. (2019). Evaluation of salt resistance mechanisms of grapevine hybrid rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 243, 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.034>
- Gadallah, M. A. A. (1999). Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. *Biologia Plantarum*, 42(2), 249-257. <https://doi.org/10.1023/A:1002164719609>
- Gagneul, D., Ainouche, A., Duhaze, C., Lugan, R., Larher, F. R. & Bouchereau, A. (2007). A reassessment of the function of the so-called compatible solutes in the halophytic Plumbaginaceae *Limonium latifolium*. *Plant Physiology*, 144(3), 1598-1611. <https://doi.org/10.1104/pp.107.099820>
- García-Caparrós, P., Llanderal, A., Pestana, M., Correia, P. J. & Lao, M. T. (2016). Tolerance mechanisms of three potted ornamental plants grown under moderate salinity. *Scientia horticulturae*, 201, 84-91. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.031>
- García-Legaz, M. F., López Gómez, E., Mataix Beneyto J., Torrecillas, A. & Sánchez-Blanco, M. J. (2005). Effects of salinity and rootstock on growth, water relations, nutrition and gas exchange of loquat. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(2), 199-203. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511917>
- García-Lidón, A., Qrtíz, J. M., García-Legaz, M. F. & Cerdá, A. (1998). Role of rootstock and scion on root and leaf ion accumulation in lemon trees grown under saline conditions. *Fruits*, 2(53), 89-97.
- García-Sánchez, F., Jifon, J. L., Carvajal, M. & Syvertsen, J. P. (2002). Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na⁺ and Cl⁻ accumulation in 'Sunburst' mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Science*, 162(5), 705-712. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00010-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00010-9)
- García-Sánchez, F., Perez-Perez, J. G., Botia, P. & Martínez, V. (2006). The response of young mandarin trees grown under saline conditions depends on the rootstock. *European Journal of Agronomy*, 24(2), 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.04.007>

- Garg, A. K., Kim, J. K., Owens, T. G., Ranwala, A. P., Do Choi, Y., Kochian, L. V. & Wu, R. J. (2002). Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(25), 15898-15903. <https://doi.org/10.1073/pnas.252637799>
- Garratt, L. C., Janagoudar, B. S., Lowe, K. C., Anthony, P., Power, J. B. & Davey, M. R. (2002). Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(4), 502-511. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(02\)00838-9](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(02)00838-9)
- Garriga, M., Muñoz, C. A., Caligari, P. D. & Retamales, J. B. (2015). Effect of salt stress on genotypes of commercial (Fragaria x Ananassa) and chilean strawberry (F. chiloensis). *Scientia Horticulturae*, 195, 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.036>
- Gengmao, Z., Yu, H., Xing, S., Shihui, L., Quanmei, S. & Changhai, W. (2015). Salinity stress increases secondary metabolites and enzyme activity in safflower. *Industrial Crops and Products*, 64, 175-181. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.058>
- Ghars, M. A., Parre, E. & Debez, A. (2008). Comparative salt tolerance analysis between Arabidopsis thaliana and Thellungiella halophila, with special emphasis on K⁺/Na⁺ selectivity and proline accumulation. *Journal of Plant Physiology*, 165(6), 588-599. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.05.014>
- Ghoulam, C., Foursy, A. & Fares, K. (2002). Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47(1), 39-50. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00109-5)
- Gibberd, M. R., Walker, R. R. & Condon, A. G. (2003). Whole-plant transpiration efficiency of Sultana grapevine grown under saline conditions is increased through the use of a Cl⁻ excluding rootstock. *Functional Plant Biology*, 30(6), 643-652. <https://doi.org/10.1071/FP02191>
- Gill, S. S. & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909-930. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>
- Girija, C., Smith, B. N. & Swamy, P. M. (2002). Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in peanut (Arachis hypogaea L.). *Environmental and Experimental Botany*, 47(1), 1-10.
- Gong, B., Wen, D., VandenLangenberg, K., Wei, M., Yang, F., Shi, Q. & Wang, X. (2013). Comparative effects of NaCl and NaHCO₃ stress on photosynthetic parameters, nutrient metabolism, and the antioxidant system in tomato leaves. *Scientia Horticulturae*, 157, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.032>
- Gong, X., Chao, L., Zhou M., Hong, M., Luo, L., Wang, L., Ying, W., Cai, J., Songjie, G. & Hong, F. (2011). Oxidative damages of maize seedlings caused by exposure to a combination of potassium deficiency and salt stress. *Plant and Soil*, 340(1-2), 443-452. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0616-7>
- Gorham, J., Jones, R. W. & McDonnell, E. (1985). Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. *Plant and Soil*, 89, 15-40.

- Gossett, D. G., Millhollon, E. P., Lucas, M. C., Banks, S. W. & Marney, M. M. (1994). The effects of NaCl on antioxidant enzyme activities in callus tissue of salt-tolerant and salt-sensitive cultivars (*Gossipium hirsutum* L.). *Plant Cell Reports*, 13(9), 498-503. <https://doi.org/10.1007/BF00232944>
- Grace, S. C. (2005). Phenolics as antioxidants. In *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*. (pp. 141-168).
- Grattan, S. R. & Grieve, C. M. (1992). Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 38(4), 275-300. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90151-Z](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90151-Z)
- Grattan, S. R. & Grieve, C. M. (1999). Salinity-nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 127-157. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00192-7)
- Greenway, H. & Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31(1), 149-190. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.31.060180.001053>
- Grieve, C. M. & Grattan, S. R. (1983). Rapid assay for determination of water soluble quaternary-amino compounds. *Plant and Soil*, 70(2), 303-307. <https://doi.org/10.1007/BF02374789>
- Grieve, C. M. & Maas, E. M. (1984). Betaine accumulation in salt stressed sorghum. *Physiologia Plantarum*, 61(2), 167-171. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1984.tb05892.x>
- Grime, J. P. (1979). Primary strategies in plants. In *Transactions of the botanical society of Edinburgh*. (pp. 151-160).
- Gucci, R. & Tattini, M. (1997). Salinity tolerance in olive. In *Horticultural reviews*. (pp. 177-214).
- Gucci, R., Lombardini, L. & Tattini, M. (1997). Analysis of leaf water relations in leaves of two olive (*Olea europaea*) cultivars differing in tolerance to salinity. *Tree Physiology*, 17(1), 13-21. <https://doi.org/10.1093/treephys/17.1.13>
- Gueta-Dahan, Y., Yaniv, Z., Zilinskas, B. A. & Ben-Hayyin, G. (1997). Salt and oxidative stress: Similar and specific response and their relation to salt tolerance in citrus. *Planta*, 203(4), 460-469. <https://doi.org/10.1007/s004250050512>
- Gupta, B. & Huang, B. (2014). Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. *International Journal of Genomics*, 2014, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2014/701596>
- Gupta, K. J., Stoimenova, M. & Kaiser, W. M. (2005). In higher plants, only root mitochondria, but not leaf mitochondria reduce nitrite to NO, *in vitro* and *in situ*. *Journal of Experimental Botany*, 56(420), 2601-2609. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri252>
- Güler, M., Arslan, H., Cemek, B. & Erşahin, S. (2014). Long-term changes in spatial variation of soil electrical conductivity and exchangeable sodium percentage in irrigated mesic ustifluvents. *Agricultural Water Management*, 135, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.12.011>

- Günen, Y. & Mısırlı, A. (2003). Armut Ateş Yanıklığı ve Dayanıklılık Islahı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(3), 25-32.
- Günen, Y., Mısırlı, A. & Gülcan, R. (2005). Leaf phenolic content of pear cultivars resistant or susceptible to fire blight. *Scientia horticulturae*, 105(2), 213-221. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.01.014>
- Güneş, A., İnal, A., Bağcı, E. G. Pilbeam, D. J. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic B toxic soil. *Plant and Soil*, 290(1), 103-114. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-9137-9>
- Hajiboland, R. N., Aliasgharzade, S., Farsad, H. & Poschenrieder, C. H. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato plants. *Plant and Soil*, 331(1), 313-327. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0255-z>
- Hajlaoui, H., Ayeb, N. E., Garrec, J. P. & Denden, M. (2010). Differential effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation on the basis of root and leaf tissue senescence of two silage maize (*Zea mays* L.) varieties. *Industrial Crops and Products*, 31(1), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.09.007>
- Halliwell, B. (1987). Oxidative damage, lipid peroxidation, and antioxidant protection in chloroplasts. *Chemistry and Physics of Lipids*, 44(2-4), 327-340. [https://doi.org/10.1016/0009-3084\(87\)90056-9](https://doi.org/10.1016/0009-3084(87)90056-9)
- Han, Y., Wang, L., Zhang, X., Korpelainen, H. & Li, C. (2013). Sexual differences in photosynthetic activity, ultrastructure and phytoremediation potential of *Populus cathayana* exposed to lead and drought. *Tree Physiology*, 33(10), 1043-1060. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpt086>
- Hanson, A. D. & Grumet, R. (1985). Betaine accumulation: metabolic pathways and genetics, In *Cellular and Molecular Biology of Plant Stress*. (pp. 71-92).
- Harinasut, P., Tsutsui, K., Takabe, T., Nomura M., Takabe, T. & Kishitani, S. (1996). Exogenous glycinebetaine accumulation and increased salt-tolerance in rice seedlings. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 60(2), 366-8. <https://doi.org/10.1271/bbb.60.366>
- Hasegawa, P. M. (2002). Stres Fizyolojisi. *Bitki Fizyolojisi*. (pp. 591-619).
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J.K. & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51(1), 463-499. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.51.1.463>
- Hatami, E., Shokouhian, A. A., Ghanbari, A. R. & Naseri, L. A. (2018). Alleviating salt stress in almond rootstocks using of humic acid. *Scientia Horticulturae*, 237, 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.034>
- Hauser, F. & Horie, T. (2010). A conserved primary salt tolerance mechanism mediated by HKT transporters: A mechanism for sodium exclusion and maintenance of high K⁺/Na⁺ ratio in leaves during salinity stress. *Plant Cell and Environment*, 33(4), 552-565. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02056.x>

- Hautala, E. L., Wulff, A. & Oksanen, J. (1992). Effects of deicing salt on visible symptoms, element concentrations and membrane damage in first-year needles of roadside Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Annales Botanici Fennici*, 29(3), 179-185.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J. & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling and Behavior*, 7(11), 1456-1466. <https://doi.org/10.4161/psb.21949>
- He, Y., Zhu, Z., Yang, J., Ni, X. & Zhu, B. (2009). Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 270-278. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.02.007>
- Heath, R. L. & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125(1), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1)
- Hedrich, R., & Shabala, S. (2018). Stomata in a saline world. *Current opinion in plant biology*, 46, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.07.015>
- Hernandez, I., Alegre, L., Van Breusegem, F. & Munne-Bosch, S. (2009). How relevant are flavonoids as antioxidants in plants? *Trends in Plant Science*, 14(3), 125-132. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.12.003>
- Hernandez, J. A. & Almansa, M. S. (2002). Short-term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea leaves. *Physiology of Plants*, 115(2), 251-257. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2002.1150211.x>
- Hernandez, J. A., Corpas, F. J., Gomez, M., Del Rio, L. A. & Sevilla, F. (1993). Salt induced oxidative stress mediated by activated oxygen species in pea leaf mitochondria. *Physiologia Plantarum*, 89(1), 103-110. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1993.tb01792.x>
- Hernández, J. A., Ferrer, M. A., Jiménez, A., Ros Barceló, A. & Sevilla, F. (2001). Antioxidant systems and O₂⁻/H₂O₂ production in the apoplast of *Pisum sativum* L. leaves: its relation with NaCl-induced necrotic lesions in minor veins. *Plant Physiology*, 127(3), 817-831. <https://doi.org/10.1104/pp.010188>
- Hernandez, J. A., Olmos, E., Corpas, F. J., Sevilla, F. & Del Rio, L. A. (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Science*, 105(2), 151-167. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(94\)04047-8](https://doi.org/10.1016/0168-9452(94)04047-8)
- Heuer, B. (2003). Influence of exogenous application of proline and glycine betaine on growth of salt-stressed tomato plants. *Plant Science*, 165(4), 693-699. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00222-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00222-X)
- Hichem, H., Mounir, D. & El Naceur, E. A. (2009). Differential responses of two maize (*Zea mays* L.) varieties to salt stress: Changes on polyphenols composition of foliage and oxidative damages. *Industrial Crops and Products*, 30(1), 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.003>
- Hokmabadi, H., Arzani, K. & Grierson, P. F. (2005). Growth, chemical composition, and carbon isotope discrimination of pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstock seedlings in response to salinity. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(2), 135-144. <https://doi.org/10.1071/AR04088>

- Hoque, M. A., Banu, M. N. A., Okuma, E., Amako, K., Nakamuro, Y., Shimoishi, Y. & Murata, Y. (2007). Exogenous proline and glycinebetaine increase NaCl-induced ascorbateglutathione cycle enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco Bright Yellow-2 suspension-cultured cells. *Journal of Plant Physiology*, 164(11), 1457-1468. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.10.004>
- Hossain, M. A., Munemasa, S., Uraji, M., Nakamura, Y., Mori, I. C. & Murata, Y. (2011). Involvement of endogenous abscisic acid in methyl jasmonate-induced stomatal closure in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 156(1), 430-438. <https://doi.org/10.1104/pp.111.172254>
- Hossain, Md. D., Inafuku, M., Iwasaki, H., Taira, N., Mostofa, M. G. & Oku, H. (2017). Differential enzymatic defense mechanisms in leaves and roots of two true mangrove species under long-term salt stress. *Aquatic Botany*, 142, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.06.004>
- Hosseini, T., Shekari, F. & Ghorbanli, M. (2010). Effect of salt stress on ion content, pro-line and Antioxidant enzymes of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2), 1080-1086.
- Hsu, S. Y., Hsu, Y. T. & Kao, C. H. (2003). The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves. *Biologia Plantarum*, 46(1), 73-78. <https://doi.org/10.1023/A:1022362117395>
- Hu, Y. & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*, 168(4), 541-549. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420516>
- Huang, Y. C., Chang, Y. H. & Shao, Y. Y. (2006). Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chemistry*, 98(3), 529-538. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.083>
- Huang, Y., Bie, Z., Liu, P., Niu, M., Zhen, A., Liu, Z. Lei, B., Gu, D., Lu, C. Wang, B. (2013). Reciprocal grafting between cucumber and pumpkin demonstrates the roles of the rootstock in the determination of cucumber salt tolerance and sodium accumulation. *Scientia Horticulturae*, 149, 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.04.018>
- Huang, Y., Tang, R., Cao, Q. & Bie, Z. (2009). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 122(1), 26-31. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.04.004>
- Hudina, M., Orazem, P., Jakopic, J. & Stampar, F. (2014). The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.). *Journal of Plant Physiology*, 171(5), 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.10.022>
- Hussain, M. I., Al- Dakheel, A. J. & Reigosa, M. J. (2018). Genotypic differences in agro physiological, biochemical and isotopic responses to salinity stress in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants: Prospects for salinity tolerance and yield stability. *Plant Physiology and Biochemistry*, 129, 411-420. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.06.023>

- Hussain, S., Luro, F., Constantino, G., Ollitrault, P. & Morillon, R. (2012). Physiological analysis of salt stress behaviour of citrus species and genera: low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. *South African Journal of Botany*, 81, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2012.06.004>
- Ibrahim, E. A. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, 192, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.011>
- Igarashi, Y., Yoshida, Y., Sanada, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Wada, K. & Shinozaki, K. (1997). Characterization of the gene for Δ^1 -pyrroline-5-carboxylate synthetase and correlation between the expression of the gene and the salt tolerance in *Oryza sativa* L. *Plant Molecular Biology*, 33(5), 857-865. <https://doi.org/10.1023/A:1005702408601>
- Imlay, J. A. (2003). Pathways of oxidative damage. *Annual Review of Microbiology*, 57(1), 395-418.
- Iqbal, N., Ashraf, M. & Ashraf, M.Y. (2008). Glycinebetaine, an osmolyte of interest to improve water stress tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.): water relations and yield. *South African Journal of Botany*, 74(2), 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.11.016>
- Iqbal, N., Umar, S., Khan, N. A. & Khan, M. I. R. (2014). A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism. *Environmental and Experimental Botany*, 100, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.12.006>
- Jamei, R., Heidari, R., Khara, J. & Zare, S. (2009). Hypoxia induced changes in the lipid peroxidation, membrane permeability, reactive oxygen species generation, and antioxidative response systems in *Zea mays* leaves. *Turkish Journal of Biology*, 33(1), 45-52.
- James, R. A., Blake, C., Byrt, C. S. & Munns, R. (2011). Major genes for Na^+ exclusion, *Nax1* and *Nax2* (wheatHKT1;4 and HKT1;5), decrease Na^+ accumulation in bread wheat leaves under saline and waterlogged conditions. *Journal of Experimental Botany*, 62(8), 2939-2947. <https://doi.org/10.1093/jxb/err003>
- Jamil, A., Riaz, S., Ashraf, M. & Foolad, M. R. (2011). Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(5), 435-458. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.605739>
- Jampeatong, A. & Brix, H. (2009). Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. *Aquatic Botany*, 91(3), 181-186. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.05.003>
- Jardine, A., Corkeron, M. & Weinstein, P. (2011). Dryland salinity and vector-borne disease emergence in southwestern Australia. *Environmental Geochemistry and Health*, 33(4), 363-370. <https://doi.org/10.1007/s10653-011-9387-1>
- Jarvis, P. G. (1976). The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 273(927), 593-610. <https://doi.org/10.1098/rstb.1976.0035>

- Jin, X., Huang, Y. Zeng, F. Zhou, M. & Zhang, G. (2009). Genotypic difference in response of peroxidase and superoxide dismutase isozymes and activities to salt stress in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31(6), 1103-1109. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0328-x>
- Jogaiah, S., Ramteke, S. D., Sharma, J. & Upadhyay, A. K. (2014). Moisture and salinity stress induced changes in biochemical constituents and water relations of different grape rootstock cultivars. *International Journal of Agronomy*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/789087>
- Johnson, S. M., Doherty, S. J. & Croy, R. R. D. (2003). Biphasic superoxide generation in potato tubers: a self amplifying response to stress. *Plant Physiology*, 131(3), 1440-1449. <https://doi.org/10.1104/pp.013300>
- Kacar, B. (1984). Plant nutrition practice guide. *Ankara University, Agricultural Faculty Publications, Practice Guides*, 900, 214.
- Kaçar, B. & İnal, A. (2008). *Bitki analizleri*. Ankara. Nobel Yayın.
- Kaddour, R., Draoui, E., Baâtour, O., Mahmoudi, H., Tarchoun, I., Nasri, N. & Lachaâl, M. (2013). Assessment of salt tolerance of *Nasturtium officinale* R. Br. using physiological and biochemical parameters. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(12), 3427-3436. <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1377-8>
- Kalefetoğlu, T. & Ekmekçi, Y. (2005). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N., (2005). *Sulama, drenaj ve tuzluluk (Türkiye)*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. 3-7 Ocak, Ankara, 213-251.
- Kang, J. G., Pyo, Y. J., Cho, J. W. & Cho, M. H. (2004) Comparative proteome analysis of differentially expressed proteins induced by K⁺ deficiency in *Arabidopsis thaliana*. *Proteomics*, 4(11), 3549-3559. <https://doi.org/10.1002/pmic.200400898>
- Kara, T. (2002). Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, *Acta Horticulturae*, 573, (139-151)
- Karimi, H. R. & Nasrolahpour-Moghadam, S. (2016a). Male pistachio seedlings exhibit more efficient protective mechanisms than females under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 211, 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.08.014>
- Karimi, H. R. & Nasrolahpour-Moghadam, S. (2016b). Study of sex-related differences in growth indices and eco-physiological parameters of pistachio seedlings (*Pistacia vera* cv. Badami-Riz-e-Zarand) under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 202, 165-172. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.003>
- Katerji, N., Van Hoorn, J. W., Hamdy, A. & Mastroianni, M. (2003). Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural water management*, 62(1), 37-66. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00005-2)

- Katsuhara, M., Rhee, J. Y., Sugimoto, G. & Chung, G. C. (2011). Early response in water relations influenced by NaCl reflects tolerance or sensitivity of barley plants to salinity stress via aquaporins. *Soil Science and Plant Nutrition*, 57(1), 50-60. <https://doi.org/10.1080/00380768.2010.541870>
- Kchaou, H., Larbi, A., Gargouri, K., Chaieb, M., Morales, F. & Msallem, M. (2010). Assessment of tolerance to NaCl salinity of five olive cultivars, based on growth characteristics and Na⁺ and Cl⁻ exclusion mechanisms. *Scientia Horticulturae*, 124(3), 306-315. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.01.007>
- Kendirli, B., Çakmak, B. & Uçar, Y. (2005). Salinity in the Southeastern Anatolia Project (GAP), Turkey: Issues and Options. *Irrigation and Drainage*, 54, 115-122.
- Kerepesi, I. & Galiba, G. (2000). Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Science*, 40(2), 482-487. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402482x>
- Khalid, K., Jaime, A. & Teixeira da, S. (2010). Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia Horticulturae*, 126(2), 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.023>
- Khan, M. A., Shirazi, M. U., Ali Khan, M., Mujtaba, S. M., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A., Ansari, R. U. & Yasin Ashraf, M. (2009). Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 41(2), 633-638.
- Khan, M. A., Ungar, I. A. & Showalter, A. M. (1999). Effects of salinity on growth, ion content, and osmotic relations in *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf. *Journal of Plant Nutrition*, 22(1), 191-204. <https://doi.org/10.1080/01904169909365617>
- Khan, M. A., Ungar, I. A. & Showalter, A. M. (2000a). Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. *stocksii*. *Annals of Botany*, 85(2), 225-232. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1022>
- Khan, M. A., Ungar, I. A. & Showalter, A. M. (2000b). Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31(17-18), 2763-2774. <https://doi.org/10.1080/00103620009370625>
- Khan, M. S., Akther, T., MubarakAli, D. & Hemalatha, S. (2019). An investigation on the role of salicylic acid alleviate the saline stress in rice crop (*Oryza sativa* (L)). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101027>
- Khan, N. A., Khan, M. I. R., Asgher, M., Fatma, M., Masood, A. & Syeed, S. (2014). Salinity Tolerance in Plants: Revisiting the Role of Sulfur Metabolites. *Journal of Plant Biochemistry and Physiology*, 2(120), 2. <http://dx.doi.org/10.4172/2329-9029.1000120>
- Khatkar, D. & Kuhad, M. S. (2000). Short-term salinity induced changes in two wheat cultivars at different growth stages. *Biologia Plantarum*, 43(4), 629-632. <https://doi.org/10.1023/A:1002868519779>

- Khavari-Nejad, R. A., & Mostofi, Y. (1998). Effects of NaCl on photosynthetic pigments, saccharides, and chloroplast ultrastructure in leaves of tomato cultivars. *Photosynthetica*, 35(1), 151-154. <https://doi.org/10.1023/A:1006846504261>
- Khawale, R., Singh, S., Patel, V. & Singh, S. (2003). Changes due to in vitro sodium chloride induced salinity in grape (*Vitis vinifera* L.). *Indian Journal of Plant Physiology*, 8(1), 378-382.
- Kiani-Pouya, A. (2015). Changes in activities of antioxidant enzymes and photosynthetic attributes in triticale (*Triticosecale Wittmack*) genotypes in response to long-term salt stress at two distinct growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(4), 72. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1819-6>
- Kim, J., Liu, Y., Zhang, X., Zhao, X. & Childs, K. L. (2016). Analysis of salt-induced physiological and proline changes in 46 switchgrass (*Panicum virgatum*) lines indicates multiple response modes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.04.020>
- Kim, S. Y., Lim, J. H., Park, M. R., Kim, Y. J., Park, T. I., Se, Y. W., Choi, K. G. & Yun, S. J. (2005). Enhanced antioxidant enzymes are associated with reduced hydrogen peroxide in barley roots under saline stress. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 38(2), 218-224.
- Kim, Y., Arihara, J., Nakayama, T., Nakayama, N., Shimada, S. & Usui, K. (2004). Antioxidative responses and their relation to salt tolerance in *Echinochloa oryzicola* Vasing and *Setaria viridis* L. Beauv. *Plant Growth Regulation*, 44(1), 87-92. <https://doi.org/10.1007/s10725-004-2746-5>
- Klages, K., Boldingh, H. & Smith, G. S. (1999). Accumulation of myoinositol in *Actinidia* seedlings subjected to salt stress. *Annals of Botany*, 84(4), 521-527. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0946>
- Koca, H., Bor, M., Özdemir, F., Türkan, İ. (2007). The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 60(3), 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.12.005>
- Koca, H., Özdemir, F. & Türkan, I. (2006). Effect of salt stress on lipid peroxidation and superoxide dismutase and peroxidase activities of *Lycopersicon esculentum* and *L. pennellii*. *Biologia Plantarum*, 50(4), 745-748. <https://doi.org/10.1007/s10535-006-0121-2>
- Kotagiri, D. & Kolluru, V. C. (2017). Effect of salinity stress on the morphology and physiology of five different *Coleus* species. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 10(4), 1639-1649. <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/1275>
- Kováčik, J., Klejdus, B., Hedbavny, J. & Bačkor, M. (2009). Salicylic acid alleviates NaCl-induced changes in the metabolism of *Matricaria chamomilla* plants. *Ecotoxicology*, 18(5), 544-554. <https://doi.org/10.1007/s10646-009-0312-7>
- Koyro, H. W. (2006). Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). *Environmental and Experimental Botany*, 56(2), 136-146. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.02.001>

- Kozłowski, T. T. & Paillard, S. G. (2002). Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *The Botanical Review*, 68(2), 270-334. [https://doi.org/10.1663/0006-2101\(2002\)068](https://doi.org/10.1663/0006-2101(2002)068)
- Kozłowski, T. T. (1997). Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree physiology*, 17(7), 490-490. <https://doi.org/10.1093/treephys/17.7.490>
- Krasensky, J. & Jonak, C. (2012). Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, 63(4), 1593-1608. <https://doi.org/10.1093/jxb/err460>
- Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C. & Abdelly, C. (2007). Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritime*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45(3-4), 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.02.001>
- Kumar, J., Singh, S., Singh, M., Kumar Srivastava, P. K., Mishra, R. K., Singh, V. P. & Prasad, S. M. (2017). Transcriptional regulation of salinity stress in plants: A short review. *Plant Gene*, 11, 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2017.04.001>
- Kumar, J., Singh, V. P. & Prasad, S. M. (2015). NaCl-induced physiological and biochemical changes in two cyanobacteria *Nostoc muscorum* and *Phormidium foveolarum* acclimatized to different photosynthetically active radiation. *The Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 151, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.08.005>
- Kumar, S. G., Reddy, A. M. & Sudhakar, C. (2003). NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with contrasting salt tolerance. *Plant Science*, 165(6), 1245-1251. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00332-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00332-7)
- Kuşvuran, S., Yaşar, F., Ellialtıoğlu, S. & Abak, K. (2007). Utilizing some of screening methods in order to determine of tolerance of salt stress in the melon (*Cucumis melo* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(1), 40-45.
- Küçükymuk, C., Yıldız, H. & Ünlükara, A. (2014). Tuz stresinin farklı anaçlar üzerine aşılı kirazın vejetatif gelişimine etkilerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 154-161. <https://doi.org/10.19159/tutad.41866>
- Küçükymuk, C., Yıldız, H., Küçükymuk, Z. & Ünlükara, A. (2015). Responses of “0900 Ziraat” sweet cherry variety grafted on different rootstocks to salt stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1), 214-221. <https://doi.org/10.15835/nbha4319754>
- Kwiatowski, J. (1998). Salinity classification. Mapping and management in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/>
- Lambers, H. (1985). Respiration in intact plants and tissues: its regulation and dependence on environmental factors, metabolism and invaded organisms. In *Encyclopedia of Plant Physiology*. (pp. 418-473).
- Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*. New York. Springer.

- Larher, F. R., Lugan, R., Gagneul, D., Guyot, S., Monnier, C., Lespinasse, Y. & Bouchereau, A. (2009). A reassessment of the prevalent organic solutes constitutively accumulated and potentially involved in osmotic adjustment in pear leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 230-241. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.02.005>
- Lazof, D. B. & Bernstein, N. (1998). The NaCl-induced inhibition of shoot growth: The case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. *Advances in Botanical Research*, 29, 115-190. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(08\)60311-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(08)60311-0)
- Lee, D. H., Kim, Y. S. & Lee, C. B. (2001). The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Physiology*, 158(6), 737-745. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00174>
- Lesser, M. P. (2006). Oxidative stress in marine environments: biochemistry and physiological ecology. *Annual Review of Physiology*, 68, 253-278. <https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.68.040104.110001>
- Levine, R. L., Garland, D., Oliver, C., Amici, A., Clement, I., Lenz, A. G., Ahn, B. W., Shaltiel, S. & Stadtman, E. R. (1990). Determination of carboxyl content in oxidatively modified proteins. *Methods Enzymol*, 186, 464-478.
- Levitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stresses, water, radiation, salt and other stresses*. New York. Academic Press.
- Levy, Y. & Syvertsen, J. (2003). Irrigation water quality and salinity effects in citrus trees. *Horticultural Reviews*, 30, 37-82.
- Li, L., Tutone, A. F., Drummond, R. S. M., Gardner, R. C. & Luan, S. (2001). A novel family of magnesium transport genes in Arabidopsis. *The Plant Cell*, 13(12), 2761-2775. <https://doi.org/10.1105/tpc.010352>
- Li, R., Shi, F. & Fukuda, K. (2010). Interactive effects of various salt and alkali stresses on growth, organic solutes, and cation accumulation in a halophyte *Spartina alterniflora* (Poaceae). *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.10.004>
- Liang, Y. (1999). Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. *Plant and Soil*, 209(2), 217. <https://doi.org/10.1023/A:1004526604913>
- Lim, J. H., Park, K. J., Kim, B. K., Jeong, J. W. & Kim, H. J. (2012). Effect of salinity stress on phenolic compounds and carotenoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) sprout. *Food Chemistry*, 135(3), 1065-1070. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.068>
- Liu, X. & Baird, W. V. (2004). Identification of a novel gene, HAABRC5, from *Helianthus annuus* (Asteraceae) that is upregulated in response to drought, salinity, and abscisic acid. *American Journal of Botany*, 91(2), 184-191. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.2.184>
- López-Aguilar, R., Orduño-Cruz, A., Lucero-Arce, A., Murillo-Amador, B. & Troyo-Diéguez, E. (2003). Response to salinity of three grain legumes for potential cultivation in arid areas. *Soil Science and Plant Nutrition*, 49(3), 329-336. <https://doi.org/10.1080/00380768.2003.10410017>

- López-Climent, M. F., Arbona, V., Perez-Clemente, R. M. & Gomez-Cadenas, A. (2008). Relationship between salt tolerance and photosynthetic machinery performance in citrus. *Environmental and Experimental Botany*, 62(2), 176-184. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.08.002>
- López-Gómez, E., San Juan, M. A., Diaz-Vivancos, P., Beneyto, J. M., García-Legaz, M. F. & Hernández, J. A. (2007). Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance of loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Environmental and Experimental Botany*, 60(2), 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.10.007>
- Lu, S. & Li, L. (2008). Carotenoid metabolism: biosynthesis, regulation, and beyond. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(7), 778-785. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00708.x>
- Lucci, N. & Mazzafera, P. (2009). Distribution of rutin in fava d'anta (*Dimorphandra mollis*) seedlings under stress. *Journal of Plant Interactions*, 4(3), 203-208. <https://doi.org/10.1080/17429140802707035>
- Lutts, S., Kinet, J. M. & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals Botany*, 78(3), 389-398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Lutts, S., Majerus, V. & Kinet, J. M. (1999). NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Physiologia Plantarum*, 105(3), 450-458. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1999.105309.x>
- Maas, E. V. (1993). Salinity and citriculture. *Tree physiology*, 12(2), 195-216. <https://doi.org/10.1093/treephys/12.2.195>
- Maathuis, F. J. M. & Amtmann, A. (1999). K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: the basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. *Annals of Botany*, 84(2), 123-133. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0912>
- Maggio, A., Hasegawa, P. M. Bressan, R. A. Consiglio, M. F. & Joly, R. J. (2001). Unravelling the functional relationship between root anatomy and stress tolerance. *Functional Plant Biology*, 28(10), 999-1004. <https://doi.org/10.1071/PP01099>
- Mahajan, S. & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2), 139-158. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018>
- Mahajan, S., Pandey, G. K. & Tuteja, N. (2008). Calcium and salt-stress signaling in plants, shedding light on sos pathway. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 471(2), 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2008.01.010>
- Maia, J. M., Voigt, E. L., Macedo, C. E. C., Ferreira-Silva, S. L. & Silveria, J. A. G. (2010). Salt induced changes in anti-oxidative enzyme activities in root tissues do not account for the differential salt tolerance of two cowpea cultivars. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22(2), 113-122. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202010000200005>
- Manaa, A., Mimouni, H., Terras, A., Chebil, F., Wasti, S., Gharbi, E. & Ahmed, H. B. (2014). Superoxide dismutase isozyme activity and antioxidant responses of hydroponically cultured *Lepidium sativum* L. to NaCl stress. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 440-449. <https://doi.org/10.1080/17429145.2013.850596>

- Mane, A. V., Deshpande, T. V., Wagh, V. B., Karadge, B. A. & Samant, J. S. (2011). A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(6), 1192-1216.
- Mane, A. V., Karadge, B. A. & Samant, J. S. (2010). Salinity induced changes in photosynthetic pigments and polyphenols of *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2(3), 338-347. ISSN No: 0975-7384
- Mansour, M. M. F. & Ali, E. F. (2017). Evaluation of proline functions in saline conditions. *Phytochemistry*, 140, 52-68. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.04.016>
- Mansour, M. M. F. (1998) Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine and proline against NaCl stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36(10), 767-72. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(98\)80028-4](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(98)80028-4)
- Mansour, M. M. F. (2000). Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biologia Plantarum*, 43(4), 491-500. <https://doi.org/10.1023/A:1002873531707>
- Marangoni, B. & Mazzanti, F. (1999). Pear rootstocks. *Informatore Agrario Supplemento*, 55(6), 33-38.
- Markham, K. R. & Bloor, S. J. (1998). Analysis and identification of flavonoids in practice. In *Flavonoids in Health and Disease*. (pp. 1-33).
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London. Academic Press.
- Martinez-Rodriguez, M. M., Estan, M. T., Moyano, E., Garcia-Abellan, J. O., Flores, F. B., Campos, J. F., Al-Azzawi, M. J., Flowers, T. J. & Bolarin, M. C., (2008). The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3), 392-401. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.12.007>
- Massai, R., Remorini, D. & Tattini, M. (2004). Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations. *Plant and Soil*, 259(1), 153-162. <https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000020954.71828.13>
- Mathur, N., Singh, J., Bohra, S., Bohra, A. & Vyas, A. (2006). Biomass production, productivity and physiological changes in moth bean genotypes at different salinity levels. *American Journal of Plant Physiology*, 1(2), 210-213.
- Matsumoto, K., Tamura, F., Chun, J. P. & Tanabe, K. (2006). Native mediterranean *Pyrus* rootstock, *P. amygdaliformis* and *P. elaeagrifolia*, present higher tolerance to salinity stress compared with Asian Natives. *Japanese Society for Horticultural Science*, 75(6), 450-457.
- Matysik, J., Alia, A., Bhalu, B. & Mohanty, P. (2002). Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Current Science*, 82(5), 525-532.
- McCord, J. M. (2000). The evolution of free radicals and oxidative stress. *American Journal of Medicine*, 108(8), 652-659. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(00\)00412-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(00)00412-5).

- McCue, R. F. & Hanson, A. D. (1990). Drought and salt tolerance: towards understanding and application. *Trends in Biotechnology*, 8, 358-362. [https://doi.org/10.1016/0167-7799\(90\)90225-](https://doi.org/10.1016/0167-7799(90)90225-)
- Mehdi-Tounsi, H., Chelli-Chaabouni, A., Mahjoub-Boujnah, D. & Boukhris, M. (2017). Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. *Agricultural Water Management*, 185, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.02.003>
- Melgar, J. C., Mohamed, Y., Serrano, N., García-Galavís, P. A., Navarro, C., Parra, M. A., Benlloch, M. & Fernández-Escobar, R. (2009). Long term responses of olive trees to salinity. *Agricultural Water Management*, 96(7), 1105-1113. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.02.009>
- Meloni, D. A., Oliva, M. A., Martinez, C. A. & Cambraia, J. (2003). Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49(1), 69-76. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00058-8)
- Meneguzzo, S., Navari-Izzo, F. & Izzo, R. (1999). Antioxidative responses of shoots and roots of wheat to increasing NaCl concentrations. *Journal of Plant Physiology*, 155(2), 274-280. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(99\)80019-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(99)80019-4)
- Michael, A. M. (2009). Irrigation: Theory and Practice. New Delhi. Vikas Publishing House.
- Mickelbart, M. V. & Arpaia, M. L. (2002). Rootstock influence changes in ion concentrations, growth, and photosynthesis of “Hass” avocado trees in response to salinity. *American Society for Horticultural Science*, 127(4), 649-655. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.4.649>
- Misra, N. & Gupta, A. K. (2005). Effect of salt stress on proline metabolism in two highyielding genotypes of green gram. *Plant Science*, 169(2), 331-339. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.02.013>
- Mittal, R. & Dubey, R. S. (1991). Behaviour of peroxidases in rice: changes in enzyme activity and isoforms in relation to salt tolerance, *Plant Physiology and Biochemistry*, 29(1), 31-40.
- Mittal, S., Kumari, N. & Sharma, V. (2012). Differential response of salt stress on *Brassica juncea*: photosynthetic performance, pigment, proline, D1 and antioxidant enzymes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 54, 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.02.003>
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7(9), 405-410. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02312-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02312-9)
- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M. & Van Breusegem, F. (2004). Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in Plant Science* 9(10), 490-498. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2004.08.009>
- Mittova, V., Guy, M., Tal, M. & Volokita, M. (2002). Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: increased activities of antioxidant enzymes in root plastids. *Free Radical Research*, 36(2), 195-202. <https://doi.org/10.1080/10715760290006402>

- Mittova, V., Tal, M., Volokita, M. & Guy, M. (2003). Up-regulation of the leaf mitochondrial and peroxisomal antioxidative systems in responses to salt-induced oxidative stress in the wild salt-tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii*. *Plant Cell Environmental*, 26(6), 845-856. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2003.01016.x>
- Mohammadkhani, N., Heidari, R., Abbaspour, N. & Rahmani, F. (2014). Evaluation of salinity effects on ionic balance and compatible solute contents in nine grape (*Vitis L.*) genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 37(11), 1817-1836. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.911886>
- Mohammed, M., Shibli, R., Ajlouni, M. & Nimri, L. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21(8), 1667-1680. <https://doi.org/10.1080/01904169809365512>
- Mohanty, A., Kathuria, H., Ferjani, A., Sakamoto, A., Mohanty, P., Murata, N. & Tyagi, A. K. (2002). Transgenics of an elite indica rice variety Pusa Basmati 1 harbouring the *codA* gene are highly tolerant to salt stress. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(1), 51-57. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1063-5>
- Moles, T. M., Pompeiano, A., Reyes, T. H., Scartazza, A. & Guglielminetti, L. (2016). The efficient physiological strategy of a tomato landrace in response to short-term salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.10.008>
- Montanari, M., Degl'Innocenti, E., Maggini, R., Pacifici, S., Pardossi, A. & Guidi, L. (2008). Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of *Echinacea angustifolia* DC. *Food Chemistry*, 107(4), 1461-1466. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.001>
- Moradi, A. & Tahmourespour, A. (2011). Effect of salinity on free living-diazotroph and total bacterial populations of two saline soils. *African Journal of Microbiology Research*, 5(2), 144-148. <https://doi.org/10.5897/AJMR10.838>
- Moradi, F. & Ismail, A. M. (2007). Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annals Botany*, 99(6), 1161-1173. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm052>
- Morgan, J. M. (1984). Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 35, 299-319.
- Mousavi, A., Lessani, H., Babalar, M., Talaei, A. R. & Fallahi, E. (2008). Influence of salinity on chlorophyll, leaf water potential, total soluble sugars, and mineral nutrients in two young olive cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 31(11), 1906-1916. <https://doi.org/10.1080/01904160802402807>
- Moya, J. L., Gomez-Cadenas, A., Primo-Millo, E. & Talon, M. (2003). Chloride absorption in salt-sensitive Carrizo citrange and salt-tolerant Cleopatra mandarin citrus rootstocks is linked to water use. *Journal of Experimental Botany*, 54(383), 825-833. <https://doi.org/10.1093/jxb/erg064>
- Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B. & Wrolstad, R. E. (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: vaccinium, Rubus, and Ribes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 519-525. <https://doi.org/10.1021/jf011062r>

- Munns, R. & Termaat, A. (1986). Whole-plant response to salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160. <https://doi.org/10.1071/PP9860143>
- Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*, 16(1), 15-24.
- Munns, R. (2002). Salinity, growth and phytohormones. In *Salinity Environment-Plants-Molecules*. (pp. 271-290).
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167(3), 645-663. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>
- Munns, R. (2011). Plant adaptations to salt and water stress: differences and commonalities. *Advances in Botanical Research*, 57, 1-32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387692-8.00001-1>
- Munns, R., & Passioura, J. B. (1984). Effect of prolonged exposure to NaCl on the osmotic pressure of leaf xylem sap from intact, transpiring barley plants. *Functional Plant Biology*, 11(6), 497-507.
- Munns, R., James, A. J. & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1025-43. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj100>
- Murata, N., Mohanthy, P. S., Hayashi, H. & Papageorgiou, G. C. (1992). Glycinebetaine stabilizes the association of extrinsic proteins with the photosynthetic oxygen-evolving PS-II complex against the inhibitory effects of NaCl. *FEBS Letters*, 296(2), 187-189. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(92\)80376-R](https://doi.org/10.1016/0014-5793(92)80376-R)
- Musacchi, S., Quartieri, M. & Tagliavini, M. (2006). Pear (*Pyrus communis*) and quince (*Cydonia oblonga*) roots exhibit different ability to prevent sodium and chloride uptake when irrigated with saline water. *European Journal of Agronomy*, 24(3), 268-275. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.003>
- Muthukumarasamy, M., Gupta, S. D. & Panneerselvam, R. (2000). Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L. *Biologia Plantarum*, 43(2), 317-320. <https://doi.org/10.1023/A:1002741302485>
- Myers, B. A. & West, D. W. (1989). Effects of saline irrigation on mature pear trees. *Acta Horticulturae*, 240, 279-282. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.240.52>
- Myers, B. A., West, D. W., Callinan, L. & Hunter, C. C. (1995). Long term effects of saline irrigation on the yield and growth of mature Williams pear trees. *Irrigation Science*, 16(1), 35-46.
- Naczki, M. & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1-2), 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>
- Nahar, K., Hasanuzzaman, M. & Fujita, M. (2016). Roles of Osmolytes in Plant Adaptation to Drought and Salinity. In *Osmolytes and Plants Acclimation to Changing Environment: Emerging Omics Technologies*. (pp. 37-68).

- Najafian, S., Rahemi, M. & Tavallali, V. (2008). Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(2), 264-268.
- Nakano, Y. & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology*, 22(5), 867-880. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232>
- Naseer, S., Nisar, A. & Ashraf, M. (2001). Effect of salt stress on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pakistan Journal of Biology and Science*, 4(3), 359-360.
- Nassar, R. M. A., Shanan, N. T. & Reda, F. M. (2016). Active yeast extract counteracts the harmful effects of salinity stress on the growth of leucaena plant. *Scientia Horticulturae*, 201, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.037>
- Naumann, J. C., Young, D. R. & Anderson, J. E. (2007). Linking leaf chlorophyll fluorescence properties to physiological responses for detection of salt and drought stress in coastal plant species. *Physiologia Plantarum*, 131(3), 422-433. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.00973.x>
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C. Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1), 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057>
- Navarro, J. M., Garrido, C., Carvajal, M. & Martinez, V. (2002). Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77(1), 52-57. <https://doi.org/10.1080/14620316.2002.11511456>
- Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S. & Khan, N.A. (2011). Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 168(8), 807-815. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.11.001>
- Neffati, M., Sriti, J., Hamdaoui, G., Kchouk, M. E. & Marzouk, B. (2011). Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities of *Coriandrum sativum* fruit extracts. *Food Chemistry*, 124(1), 221-225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.022>
- Neill, S. J., Desikan, R., Clarke, A., Hurst, R. D. & Hancock, J. T. (2002). Hydrogen peroxide and nitric oxide as signalling molecules in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1237-1247. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.372.1237>
- Netondo, G. W., Onyango, J. C. & Beck, E. (2004). Sorghum and salinity II: gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Science*, 44(3), 806-811. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.8060>
- Nieman, R. H. (1965). Expansion of bean leaves and its suppression by salinity. *Plant Physiology*, 40(1), 156-161. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.40.1.156>
- Nikolskii-Gavrilov, I., Landeros-Sanchez, C., Palacios-Velez, O. L. & Hernandez-Perez, J. M. (2015) Impact of climate change on salinity and drainage of irrigated lands in Mexico. *Journal of Agricultural Sciences*, 7(8), 197-204. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v7n8p197>

- Niu, M., Huang, Y., Sun, S., Sun, J., Cao, H. & Shabala, S. (2018). Root respiratory burst oxidase homologue-dependent H₂O₂ production confers salt tolerance on a grafted cucumber by controlling Na⁺ exclusion and stomatal closure. *Journal of Experimental Botany*, 69(14), 3465-3476. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx386>
- Niu, M., Xie, J., Sun, J., Hunag, Y., Kong, Q., Navaz, M. A. & Bie, Z. (2017). A shoot based Na⁺ tolerance mechanism observed in pumpkin-An important consideration for screening salt tolerant rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 218, 38-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.020>
- Noctor, G. & Foyer, C. (1998). Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Biology*, 49(1), 249-279. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.249>
- Noctor, G., Gomez, L., Vanacker, H. & Foyer, C. H. (2002). Interactions between biosynthesis, compartmentation and transport in the control of glutathione homeostasis and signalling. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1283-1304. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.372.1283>
- Noreen, Z. & Ashraf, M. (2009). Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 67(2), 395-402. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.05.011>
- Noreen, Z., Ashraf, M. & Akram, N. A. (2010). Salt-induced regulation of some key antioxidant enzymes and physio-biochemical phenomena in five diverse cultivars of turnip (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(4), 273-285. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2010.00420.x>
- Nounjan, N., Nghia, P. T. & Theerakulpisut, P. (2012). Exogenous proline and trehalose promote recovery of rice seedlings from salt-stress and differentially modulate antioxidant enzymes and expression of related genes. *Journal of Plant Physiology*, 169(6), 596-604. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.01.004>
- Nxele, X., Klein, A. & Ndimba, B. K. (2017). Drought and salinity stress alter ROS accumulation, water retention, and osmolyte in sorghum plants. *South African Journal of Botany*, 108, 261-266. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.11.003>
- Okubo, M. & Sakuratani, T. (2000). Effects of sodium chloride on survival and stem elongation of two Asian pear rootstock seedlings. *Scientia Horticulturae*, 85(1-2), 85-90. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00141-7)
- Okubo, M., Furukawa, Y. & Sakuratani, T. (2000). Growth, flowering and leaf properties of pear cultivars grafted on two Asian pear rootstock seedlings under NaCl irrigation. *Scientia Horticulturae*, 85(1-2), 91-101. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00145-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00145-4)
- Omamt, E. N., Hammes, P. S. & Robbertse, P. J. (2006). Differences in salinity tolerance for growth and water-use efficiency in some amaranth (*Amaranthus* spp.) genotypes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(1), 11-22. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514382>
- Oraei, M., Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. & Imani, A. (2009). The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentration of almond (*Prunus dulcis* Mill.). *Journal of Horticulture Science*, 23(2), 121-140.

- Orsini, F., D'Urzo, M. P., Inan, G., Serra, S., Oh, D. H., Mickelbart, M. V., Consiglio, F., Li, X., Jeong, J. C. & Yin, D. J. (2010). A comparative study of salt tolerance parameters in 11 wild relatives of *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany*, 61(13), 3787-3798. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq188>
- Ouhibi, C., Attia, H., Rebah, F., Msilini, N., Chebbi, M., Aarrouf, J., Urban, L. & Lachaal, M. (2014). Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants: Growth, antioxidant activity and phenolic compounds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 83, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.07.019>
- Palacios, E., Bonilla, A., Pérez, A., Racotta, I. S. & Civera, R. (2004). Influence of highly unsaturated fatty acids on the responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae to low salinity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299(2), 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.09.007>
- Palma, F., Lluch, C., Iribarne, C., García-Garrido, J. M. & García, N. A. T. (2009). Combined effect of salicylic acid and salinity on some antioxidant activities, oxidative stress and metabolite accumulation in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Growth Regulation*, 58(3), 307-316. <https://doi.org/10.1007/s10725-009-9380-1>
- Pan, X., Geng, Y., Zhang, W., Li, B. & Chen, J. (2006). The influence of abiotic stress and phenotypic plasticity on the distribution of invasive *Alternanthera philoxeroides* along a riparian zone. *Acta Oecologica*, 30(3), 333-341. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2006.03.003>
- Panta, S., Flowers, T., Doyle, R., Lane, P., Haros, G. & Shabala, S. (2018). Temporal changes in soil properties and physiological characteristics of *Atriplex species* and *Medicago arborea* grown in different soil types under saline irrigation. *Plant and Soil*, 432(1), 315-331. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3793-4>
- Panta, S., Flowers, T., Lane, P., Doyle, R., Haros, G. & Shabala, S. (2014) Halophyte agriculture: success stories. *Environmental and Experimental Botany*, 107, 71-83. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.05.006>
- Papadakis, I. E., Veneti, G., Chatzissavvidis, C., Sotiropoulos, T. E., Dimassi, K. N. & Therios, I. N. (2007). Growth, mineral composition, leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 53(3), 252-258. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00130.x>
- Paranychianakis, N. V. & Angelakis, A. N. (2008). The effect of water stress and rootstock on the development of leaf injuries in grapevines irrigated with saline effluent. *Agricultural Water Management*, 95(4), 375-382. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.10.019>
- Parida, A. K. & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324-349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>
- Parida, A. K. & Jha, B. (2010). Antioxidative defense potential to salinity in the *Euhalophyte salicornia brachiata*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(2), 137-148. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9129-0>

- Parida, A. K., Das, A. B. & Mohanty, P. (2004). Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. *Journal of Plant Physiology*, 161(5), 531-542. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-01084>
- Parida, A. K., Das, A. B., Sanada, Y. & Mohanty, P. (2004). Effects of salinity on biochemical components of the mangrove, *Aegiceras corniculatum*. *Aquatic Botany*, 80(2), 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.07.005>
- Parida, A., Das, A. B. & Das, P. (2002). NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins, and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *Journal of Plant Biology*, 45(1), 28-36.
- Patade, V. Y., Bhargava, S. & Suprasanna, P. (2011). Salt and drought tolerance of sugarcane under iso-osmotic salt and water stress: growth, osmolytes accumulation, and antioxidant defense. *Journal of Plant Interactions*, 6(4), 275-282. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.557513>
- Penella, C., Nebauer, S. G., Quiñones, A., Bautista, A. S., López-Galarza, S. & Calatayud, A. (2015). Some rootstocks improve pepper tolerance to mild salinity through ionic regulation. *Plant Science*, 230, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.10.007>
- Pérez-López, U., Robredo, A., Lacuesta, M., Sgherri, C., Muñoz-Rueda, A., Navari-Izzo, F. & Mena-Petite, A. (2009). The oxidative stress caused by salinity in two barley cultivars is mitigated by elevated CO₂. *Physiologia Plantarum*, 135(1), 29-42. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01174.x>
- Pessarakli, M. & Szabolcs, I. 1999. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In *Handbook of Plant Crop Stress*. (pp. 1-16).
- Pessarakli, M. & Touchane, H. (2006). Growth responses of bermudagrass and seashore paspalum under various levels of sodium chloride stress. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4(3-4), 240-243.
- Petridis, A., Therios, I., Samouris, G. & Tananaki, C. (2012). Salinity-induced changes in phenolic compounds in leaves and roots of four olive cultivars (*Olea europaea* L.) and their relationship to antioxidant activity. *Environmental and Experimental Botany*, 79, 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.01.007>
- Petropoulos, S. A., Levizou, E., Ntatsi, G., Fernandes, Â., Petrotos, K., Akoumianakis, K., Barros, L. & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Salinity effect on nutritional value, chemical composition and bioactive compounds content of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry*, 214, 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.080>
- Petrusa, L. M. & Winicov, I. (1997). Proline status in salt-tolerant and salt-sensitive alfalfa cell lines and plants in response to NaCl. *Plant Physiology and Biochemistry*, 35(4), 303-310.
- Phang, T., Shao, G. & Lam, H. (2008). Salt tolerance in soybean. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(10), 1196-1212. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x>
- Pitman, M. G. & Lauchli, A. (2002). Global impact of salinity and Agricultural ecosystems. In *Salinity: Environmental- Plants-Molecules*. (pp. 3-20).

- Plaut, Z., Meinzer, F. C. & Federman, E. (2000). Leaf development, transpiration and ion uptake and distribution in sugarcane cultivars grown under salinity. *Plant and Soil*, 218(1), 59-69. <https://doi.org/10.1023/A:1014996229436>
- Pollard, A. & Wyn Jones, R. G. (1979). Enzyme activities in concentrated solutions of glycinebetaine and other solutes. *Planta*, 144(3), 291-298. <https://doi.org/10.1007/BF00388772>
- Posmyk, M. M., Kontek, R. & Janas, K. M. (2009). Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red cabbage seedlings exposed to copper stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(2), 596-602. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2008.04.024>
- Premchandra, G. S., Saneoka, A. & Ogato, S. (1990). Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. *Journal of Agricultural Science*, 115(1), 63-66. <https://doi.org/10.1017/S0021859600073925>
- Prieto, P., Pineda, M. & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-341. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>
- Prior, L. D., Grieve, A. M., Slavich, P. G. & Cullis, B. R. (1992). Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown "Sultana" grapevines: II. Plant mineral content, growth and physiology. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(5), 1067-1083. <https://doi.org/10.1071/AR9921067>
- Qadir, M., Ghafoor, A. & Murtaza, G. (2000). Amelioration strategies for saline soils: a review. *Land Degradation and Development*, 11(6), 501-521. [https://doi.org/10.1002/1099-145X\(200011/12\)11:6<501::AID-LDR405>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/1099-145X(200011/12)11:6<501::AID-LDR405>3.0.CO;2-S)
- Qadir, M., Quill  rou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R. J., Drechsel, P. & Noble, A. D. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, 38(4), 282-295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
- Qados, A. M. S. A. (2011). Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(1), 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2010.06.002>
- Rahman, A. E. M. F., Ansary, A. L., Rizkalla, A. A. & Badr-Elden, A. M. B. (2007). Micropropagation and biochemical genetic markers detection for drought and salt tolerance of pear rootstock. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(4), 625-636.
- Rahnama, A., James, R. A., Poustini, K. & Munns, R. (2010). Stomatal conductance as a screen for osmotic stress tolerance in durum wheat growing in saline soil. *Functional Plant Biology*, 37(3), 255-263. <https://doi.org/10.1071/FP09148>
- Rahneshan, Z., Nasibi, F. & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 73-82. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1424355>

- Ramezani, E., Sepanlou, M. G. & Badi, H. A. N. (2011). The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of *Echium amoenum* Fisch. & Mey. *African Journal of Biotechnology*, 10(44), 8765-8773. <https://doi.org/10.5897/AJB10.2301>
- Rao, K. B., Panchaksharaiah, S., Janardhan, K. V. & Yardav, J. S. P. (1981). Saline water irrigation and plant growth in vertisol. In *Proceeding of Hungoro-Indina Seminar on Salt Affected Soil*. (pp. 129-138).
- Rashad, R. T. & Hussien, R. A. (2014). A comparison study on the effect of some growth regulators on the nutrients content of maize plant under salinity conditions. *Annals of Agricultural Science*, 59(1), 89-94. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.06.013>
- Rasheed, R., Wahid, A., Ashraf, M. & Basra, S. M. (2010). Role of proline and glycinebetaine in improving chilling stress tolerance in sugarcane buds at sprouting. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12, 1-8.
- Raul, L., Andres, O., Armado, L., Bernardo, M. & Enrique, T. (2003). Response to salinity of three grain legumes for potential cultivation in arid areas (plant nutrition). *Soil Science and Plant Nutrition*, 49(3), 329-336. <https://doi.org/10.1080/00380768.2003.10410017>
- Raza, S. H., Athar, H. R., Ashraf, M. & Hameed, A. (2007). Glycinebetaine-induced modulation of antioxidant enzymes activities and ion accumulation in two wheat cultivars differing in salt tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 60(3), 368-376. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.12.009>
- Rebey, I. B., Bourgou, S., Rahali, F. Z., Msaada, K., Ksouri, R. & Marzouk, B. (2016). Varied tolerance to NaCl salinity is related to biochemical changes in cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(2), 391-402. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.10.001>
- Reddy, M. P. & Iyengar, E. R. R. (1999). Crop responses to salt stress: Seawater application and prospects. *Handbook of Plant Crop Stress*. (pp. 1041-1068).
- Rehman, S., Harris, P. J. C., Bourne, W. F. & Wilkin, J. (2000). The relationship between ions, vigour and salinity tolerance of *Acacia* seeds. *Plant and Soil*, 220(1), 229-233. <https://doi.org/10.1023/A:1004701231183>
- Reinhardt, D. H. & Rost, T. L. (1995). Salinity accelerates endodermal development and induces an exodermis in cotton seedling root. *Environmental and Experimental Botany*, 35(4), 563-574. [https://doi.org/10.1016/0098-8472\(95\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0098-8472(95)00015-1)
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620. <https://doi.org/10.1071/FP09249>
- Rezazadeh, A., Ghasemnezhad, A., Barani, M. & Telmadarrehei, T. (2012). Effect of salinity phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Research Journal of Medicinal Plant*, 6(3), 245-252. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2012.245.252>
- Rhoades, J. D. (1997). *Sustainability of Irrigation: An Overview of Salinity Problems and Control Strategies (Canadian)*. Proceedings of the 50th Annual Conference of Canadian Water Resources Association. June 03-06, Lethbridge, Alberta, 1-42.

- Rhodes, D. & Hanson, A. D. (1993). Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher-plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44(1), 357-384. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.44.060193.002041>
- Rhodes, D. P., Rich, J., Myers, A. C., Rueter, C. C. & Jamieson, G. C. (1987). Determination of betaines by fast atom bombardment mass spectrometry: Identification of glycinebetaine deficient genotypes of *Zea mays*. *Plant Physiology*, 84(3), 781-788. <https://doi.org/10.1104/pp.84.3.78>
- Ribeiro, R. V., Lyra, G. B., Santiago, A. V., Pereira, A. R., Machado, E. C. & Oliveira, R. F. (2006). Diurnal and seasonal patterns of leaf gas exchange in bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) growing in a subtropical climate. *Grass Forage Science*, 61(3), 293-303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2006.00533.x>
- Richards, L. A. (1964). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Washington. USDA Agriculture Handbook.
- Rivero, R., Ruiz, J., Garcia, P., Lopez-Lefebvre, L., Sanchez, E. & Romero, L. (2001). Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and in watermelon plants. *Plant Science*, 160(2), 315-321. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00395-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00395-2)
- Rolny, N., Costa, L., Carrión, C. & Guamet, J. J. (2011). Is the electrolyte leakage assay an unequivocal test of membrane deterioration during leaf senescence? *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1220-1227. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.06.010>
- Rozema, J. & Flowers, T. (2008) Ecology: crops for a salinized world. *Science*, 322(5), 1478-1480.
- Ruehmann, S., Leser, C., Bannert, M. & Treutter, D. (2002). Relationship between growth, secondary metabolism, and resistance of apple. *Plant Biology*, 4(2), 137-143. <https://doi.org/10.1055/s-2002-25727>
- Rui, L., Wei, S., Mu-xiang, C., Cheng-jun, J., Min, W. & Bo-ping, Y. (2009). Leaf anatomical changes of *Burquiera gymnorhiza* seedlings under salt stress. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 17(2), 169-175.
- Ruiz, D., Martinez V. & Ceroa. A. (1997). Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake. *Tree Physiology*, 17(3), 141-145. <https://doi.org/10.1093/treephys/17.3.141>
- Ruiz-Lozano, J. M., Porcel, R., Azcon, C. & Aroca, R. (2012) Regulation by arbuscular mycorrhizae of the integrated physiological response to salinity in plants: new challenges in physiological and molecular studies. *Journal of Experimental Botany*, 63(11), 4033-4044. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers126>
- Sabra, A., Adam, L., Daayf, F. & Renault, S. (2012b). Salinity-induced changes in caffeic acid derivatives, alkalamides and ketones in three Echinacea species. *Environmental and Experimental Botany*, 77, 234-241. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.11.013>
- Sabra, A., Daayf, F. & Renault, S. (2012a). Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 135, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.024>
- Sairam, R. & Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*, 86, 407-421.

- Sairam, R. K. (1994). Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal and Experimental Biology*, 32, 584-593.
- Sairam, R. K., Srivastava, G. C., Agarwal, S. & Meena, R. C. (2005). Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, 49(1), 85-91. <https://doi.org/10.1007/s10535-005-5091-2>
- Sairam, R. K., Chandrasekhar, V. & Srivastava, G. C. (2001). Comparison of hexaploid and tetraploid wheat cultivars in their response to water stress. *Biologia Plantarum*, 44(1), 89-94. <https://doi.org/10.1023/A:1017926522514>
- Sairam, R. K., Deshmukh, P. S. & Shukla, D. S. (1997). Tolerance to drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178(3), 171-177. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1997.tb00486.x>
- Sairam, R. K., Rao, K. V. & Srivastava, G. C. (2002). Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*, 163(5), 1037-1046. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00278-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00278-9)
- Sakamoto, A. & Murata, N. (2002) The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. *Plant Cell and Environment*, 25(2), 163-171. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00790.x>
- Samanta, A., Das, G. & Das, S. K. (2011). Roles of flavonoids in plants. *Carbon*, 106(6), 12-35.
- Saneoka, H., Shiota, K., Kurban, H., Chaudhary, M. I., Premachandra, G. S. & Fujita, K. (1999). Effect of salinity on growth and solute accumulation in two wheat lines differing in salt tolerance. *Soil science and plant nutrition*, 45(4), 873-880. <https://doi.org/10.1080/00380768.1999.10414336>
- Santa-Cruz, A., Martinez-Rodriguez, M. M., Perez-Alfocea, F., Romero-Aranda, R. & Bolarin, M. C. (2002). The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. *Plant Science*, 162(5), 825-831. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00030-4)
- Sarabi, B., Bolandnazar, S., Ghaderi, N. & Ghashghaie, J. (2017). Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: prospects for selection of salt tolerant landraces. *Plant Physiology and Biochemistry*, 119, 294-311. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.09.006>
- Sarwat, M., Ahmad, P., Nabi, G. & Hu, X. (2013). Ca²⁺ signals: the versatile decoders of environmental cues. *Critical Reviews in Biotechnology*, 33(1), 97-109. <https://doi.org/10.3109/07388551.2012.672398>
- Saxena, S. C., Kaur, H., Verma P., Petla, B. H., Andugula, V. R. & Majee, M. (2013). Osmoprotectants: potential for crop improvement under adverse conditions. In *Plant Acclimation to Environmental Stress*. (pp. 197-232).
- Scandalios, J. G. (1993). Oxygen stress and superoxide dismutase. *Plant Physiology*, 101, 7-12. <https://doi.org/10.1104/pp.101.1.7>

- Secenji, M., Bebes, A., Hideg, É. & Györgyey, J. (2008). Transcriptional changes in ascorbate-glutathione cycle under drought conditions. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1), 93-94.
- Sehmer, L., Alaoui-Sosse, B. & Dizengremel, P. (1995). Effect of salt stress on growth and on the detoxifying pathway of pedunculate oak seedlings (*Quercus robur* L.). *Journal of Plant Physiology*, 147(1), 144-151. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81427-6](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81427-6)
- Sekmen, A. H., Turkan, I. & Takio, S. (2007). Differential responses of antioxidative enzymes and lipid peroxidation to salt stress in salt-tolerant *Plantago maritima* and salt-sensitive *Plantago media*. *Physiologia Plantarum*, 131(3), 399-411. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.00970.x>
- Selvakumar, G., Kim, K., Hu, S. & Sa, T. (2014). Effect of salinity on plants and the role of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria in alleviation of salt stress. In *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment*. (pp. 115-144).
- Serra, S. (2009). *Salt Stress Responses in Pear and Quince: Physiological and Molecular Aspects*. (Doktora Tezi, Bologna Üniversitesi.)
- Shabala, S. & Munns, R., (2012). Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms. In *Plant Stress Physiology*. (pp. 59-93).
- Shahbaz, M. & Ashraf, M. (2013). Improving salinity tolerance in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32(4), 237-249. <https://doi.org/10.1080/07352689.2013.758544>
- Shaheen, S., Naseer, S., Ashraf, M. & Akram, N. A. (2012). Salt stress affects water relations, photosynthesis, and oxidative defense mechanisms in *Solanum melongena* L. *Journal of Plant Interactions*, 8(1), 85-96. <https://doi.org/10.1080/17429145.2012.718376>
- Shaki, F., Maboud, H. E. & Niknam, V. (2018). Growth enhancement and salt tolerance of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), by salicylic acid. *Current Plant Biology*, 13, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2018.04.001>
- Shalata, A. & Tal, M. (1998). The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiologia Plantarum*, 104(2), 169-174. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1998.1040204.x>
- Shalata, A., Mittova, V., Volokita, M., Guy, M. & Tal, M. (2001). Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: the root antioxidant system. *Plant Physiology*, 112(4), 487-494. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1120405.x>
- Shalhevet, J. (1999). Salinity and water management in avocado. In *Salinity Management*. (pp. 84-91).
- Shannon, M. C. & Grieve, C. M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 5-38. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00189-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00189-7)
- Shao, Y., Gao, J., Wu, X., Li, Q., Wang, J., Ding, P. & Lai, X. (2015). Effect of salt treatment on growth, isoenzymes and metabolites of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(2), 35. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1787-x>

- Sharma, S. S. & Dietz, K. J. (2006). The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. *Journal of Experimental Botany*, 57(4), 711-726. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj073>
- Sheng, W. & Ying-Ning, Z. (2009). Arbuscular mycorrhizal symbiosis growth and rootnutrient status of *Citrus* subjected to salt stress. *Science Asia*, 35(4), 388-391. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2009.35.388>
- Shortle, W. C., Kotheimer, J. B. & Rich, A. E. (1972). Effect of salt injury on shoot growth of sugar maple, *Acer saccharum*. *Plant Disease Reporter*, 56, 1004-1007.
- Shrivastava, P. & Kumar, R. (2015). Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(2), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- Siddiqui, S. & Krishnamoorthy, H. N. (1987). Effect of B-9 on proline content of gram (*Cicer arietinum*) under saline conditions. *Indian Society of Plant Physiology*, 30, 107-110.
- Siegel, S. M., Chen, J., Kottenmeier, W., Clark, K., Siegel, B. Z. & Chang, H. (1982). Reduction in peroxidase in *Cucumis*, *Brassica* and other seedlings cultured in saline waters. *Phytochemistry*, 21(3), 539-542. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(82\)83136-1](https://doi.org/10.1016/0031-9422(82)83136-1)
- Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L. & de Oliveira, A. C. (2014). Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Advances in Agriculture*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/541097>
- Simpson, C. R., Nelson, S. D., Melgar, J. C., Jifon, J., King, S. R., Schuster, G. & Volder, A. (2014). Growth response of grafted and ungrafted citrus trees to saline irrigation. *Scientia Horticulturae*, 169, 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.02.020>
- Simpson, C. R., Nelson, S. D., Melgar, J. C., Jifon, J., Schuster, G. & Volder, A. (2015). Effects of salinity on physiological parameters of grafted and ungrafted citrus trees. *Scientia Horticulturae*, 197, 483-489. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.010>
- Singh, D. K., Sale, P. W., Pallaghy, C. K. & Singh, V. (2000). Role of proline and leaf expansion rate in the recovery of stressed white clover leaves with increased phosphorus concentration. *New Phytologist*, 146(2), 261-269. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00643.x>
- Singh, M. P., Singh, D. K. & Rai, M. (2007). Assessment of growth, physiological and biochemical parameters and activities of antioxidative enzymes in salinity tolerant and sensitive basmati rice varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(6), 398-412. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2007.00267.x>
- Singh, M., Singh, V. P. & Prasad, M. P. (2016). Responses of photosynthesis, nitrogen and proline metabolism to salinity stress in *Solanum lycopersicum* under different levels of nitrogen supplementation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.08.021>
- Singleton, V. L. & Rossi, J. R. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic phosphothungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

- Sivritepe, N., Sivritepe, H. O. & Eriş, A. (2003). The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 97(3-4), 229-237. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00198-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00198-X)
- Sixto, H., Grau, J. M., Alba, N. & Alia, R. (2005). Response to sodium chloride in different species and clones of genus *Populus* L. *Forestry*, 78(1), 93-104. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpi009>
- Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T. & Savoure, A. (2015). Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Annals of Botany*, 115(3), 433-447. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu239>
- Ślesak, I., Libik, M., Karpinska, B., Karpinski, S. & Miszalski, Z. (2007). The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. *Acta Biochimica Polonica*, 54(1), 39-50. <https://doi.org/10.18388/abp.2007-3267>
- Sofo, A., Cicco, N., Paraggio, M. & Scopa, A. (2010). Regulation of the ascorbate-glutathione cycle in plants under drought stress. In *Ascorbate-Glutathione Pathway and Stress Tolerance in Plants*. (pp. 137-189).
- Sohrabi, S., Ebadi, A., Jalali, S. & Salami, S. A. (2017). Enhanced values of various physiological traits and VvNAC1 gene expression showing better salinity stress tolerance in some grapevine cultivars as well as rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 225, 317-326. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.025>
- Soriano, P., Moruno, F., Boscaiu, M., Vicente, O., Hurtado, A., Llinares, J. V. & Estrelles, E. (2014). Is salinity the main ecologic factor that shapes the distribution of two endemic Mediterranean plant species of the genus *Gypsophila*? *Plant and Soil*, 384(1), 363-379. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2218-2>
- Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Tsirakoglou, V. & Dimassi, K. N. (2007). Response of the quince genotypes BA 29 and EMA used as pear rootstocks to boron and salinity. *International journal of fruit science*, 6(4), 93-101. https://doi.org/10.1300/J492v06n04_09
- Soudry, E., Ulitzur, S. & Gepstein, S. (2005). Accumulation and remobilization of amino acids during senescence of detached and attached leaves in planta analysis of tryptophan levels by recombinant luminescent bacteria. *Journal of Experimental Botany*, 56(412), 695-702. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri054>
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U. & Weschke, W. (2000). Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). *Physiologia Plantarum*, 109(4), 435-442. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2000.100410.x>
- Stewart, G. R. & Lee, J. A. (1974). The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120(3), 279-289. <https://doi.org/10.1007/BF00390296>
- Storey, R. & Walker, R. R. (1999). Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4), 39-81. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00190-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00190-3)
- Storey, R. & Wyn-Jones, R. G. (1975). Betaine and choline levels in plants and their relationship to NaCl stress. *Plant Science Letters*, 4(3), 161-168. [https://doi.org/10.1016/0304-4211\(75\)90090-5](https://doi.org/10.1016/0304-4211(75)90090-5)

- Sudhakar, C., Lakshmi, A. & Giridarakumar, S. (2001). Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*, 161(3), 613-9. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00450-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00450-2)
- Sugar, D. & Basile, S. R. (2011). Orchard calcium and fungicide treatments mitigate effects of delayed postharvest fungicide applications for control of postharvest decay of pear fruit. *Postharvest biology and technology*, 60(1), 52-56. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.11.007>
- Sun, L. & Huang, R. D. (2014). Responses to salt stress of protective enzyme system in sorghum seedlings. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 45(2), 134-137.
- Suriyan, C. & Chalernpol, K. (2009). Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. *Agricultural Sciences in China*, 8(1), 51-58. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60008-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60008-0)
- Szabolcs, J. (1994). Soils and salinization. In *Handbook of Plant and Crop Stress*. (pp.3-11).
- Şahin, A. U. (2019). Hedefimiz sulanabilir tarım alanlarının tamamını suyla buluşturmak. *Türk Tarım Orman Dergisi*.
- Taârit, M. B., Msaada, K., Hosni, K. & Marzouk, B. (2012). Fatty acids, phenolic changes and antioxidant activity of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves grown under saline conditions. *Industrial Crops and Products*, 38, 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.01.002>
- Taarit, M., Msaada, K., Hosni, K. & Marzouk, B. (2010). Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. *Food Chemistry*, 119(3), 951-956. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.055>
- Tahir, M. A., Aziz, T., Farooq, M. & Sarwar, G. (2012). Siliconinduced changes in growth, ionic composition, water relations, chlorophyll contents and membrane permeability in two saltstressed wheat genotypes. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(3), 247-256. <https://doi.org/10.1080/03650340.2010.518959>
- Talaat, N. B., Ghoniem, A. E., Abdelhamid, M. T. & Shawky, B. T. (2015). Effective microorganisms improve growth performance, alter nutrients acquisition and induce compatible solutes accumulation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants subjected to salinity stress. *Plant Growth Regulation*, 75(1), 281-295. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9952-6>
- Tanjii, K. T. (1990). *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice. New York, American Society of Civil Engineers.
- Tarezynski, M. C., Jensen, R. G. & Bohnort, H. J. (1992). Expression of a bacterial mtd gene in transgenic tobacco leads to production and accumulation of mannitol. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 89(7), 2600-2604. <https://doi.org/10.1073/pnas.89.7.2600>
- Tattini, M., Gucci, R., Coradeschi, M. A., Ponzio, C. & Everarard, J. D. (1995). Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity and subsequent relief. *Physiologia Plantarum*, 95(2), 203-210. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00828.x>

- Tattini, M., Remorini, D., Pinelli, P., Agati, G., Saracini, E., Traversi, M. L. & Massai, R. (2006). Morpho-anatomical, physiological and biochemical adjustments in response to root zone salinity stress and high solar radiation in two Mediterranean evergreen shrubs *Myrtus communis* and *Pistacia lentiscus*. *New Phytologist*, 170(4), 779-794. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01723.x>
- Tavallali, V. & Karimi, S. (2019). Methyl jasmonate enhances salt tolerance of almond rootstocks by regulating endogenous phytohormones, antioxidant activity and gas exchange. *Journal of Plant Physiology*, 234, 98-105. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.02.001>
- Tester, M. & Davenport, R. (2003). Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, 91(5), 503-527. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg058>
- Tilbrook, J. & Roy, S. (2014). Salinity tolerance. In *Plant Abiotic Stresses*. (pp. 133-178).
- Topaloğlu, K. (2010). *Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki*. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Torrecillas, A., Rodríguez, P. & Sánchez-Blanco, M. J. (2003). Comparison of growth, leaf water relations and gas exchange of *Cistus albidus* and *C. monspeliensis* plants irrigated with water of different NaCl salinity levels. *Scientia Horticulturae*, 97(3-4), 353-368. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00161-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00161-9)
- Tounekti, T., Vadel, A. M., Oñate, M., Khemira, H. & Munne-Bosch, S. (2011). Salt-induced oxidative stress in rosemary plants: Damage or protection? *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 298-305. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.12.016>
- Treutter, D. (2006). Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 4(3), 147-157. <https://doi.org/10.1007/s10311-006-0068-8>
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*, 428, 419-438. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(07\)28024-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(07)28024-3)
- Türkan, İ. & Demiral, T. (2009). Recent developments in understanding salinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.05.008>
- Upreti, K.K., Varalakshmi, L. R. & Jayaram, H. L. (2012). Role of rootstocks for salinity tolerance in grapevine: changes in biomass, photosynthesis, abscisic acid and glycine betaine. *Indian Journal of Plant Physiology*, 17, 128-136.
- Urano, K., Maruyama, K., Ogata, Y., Morishita, Y., Takeda, M., Sakurai, N., Suzuki, H., Saito, K., Shibata, D., Kobayashi, M., Yamaguchi-Shinozaki, K. & Shinozaki, K. (2009). Characterization of the ABA-regulated global responses to dehydration in *Arabidopsis* by metabolomics. *The Plant Journal*, 57(6), 1065-1078. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03748.x>
- Urdanoz, V. & Aragüés, R. (2009). Three-year field response of drip-irrigated grapevine (*Vitis vinifera* L., cv. Tempranillo) to soil salinity. *Plant and Soil*, 324(1), 219-230. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9948-6>

- Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B. & Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. *South African Journal of Botany*, 93, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.002>
- Varshney, K. A., Gangwar, L. P. & Goel, N. (1988). Choline and betaine accumulation in *Trifolium alexandrinum* L. during salt stress. *Egyptian Journal of Botany*, 31, 81-86.
- Vasanth, S. & Rajalakshmi, R. (2009). Progressive changes in biochemical characters of sugarcane genotypes under salinity stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, 14(1), 34-38.
- Velikova, V., Yordanov, I. & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151(1), 59-66. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(99\)00197-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(99)00197-1)
- Verma, S. K., Singh, S. K. & Krishna, H. (2010). The effect of certain rootstocks on the grape cultivar 'Pusa Urvashi' (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Fruit Science*, 10(1), 16-28. <https://doi.org/10.1080/15538361003676744>
- Viégas, R. A., Silveira, J. A. G., Melo, A. R. B., Lima Júnior, A. R., Queiroz, J. E. & Fausto, M. J. M. (2001). Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation of young cashew plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(2), 216-222. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000200007>
- Vinocur, B. & Altman, A. (2005). Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: Achievements and limitations. *Current Opinion in Biotechnology*, 16(2), 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2005.02.001>
- Wada, L. & Ou, B. (2002). Antioxidant activity and phenolic content of oregon caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3495-3500. <https://doi.org/10.1021/jf011405l>
- Wahid, A. & Ghazanfar, A. (2006). Possible involvement of some secondary metabolites in salt tolerance of sugarcane. *Journal of Plant Physiology*, 163(7), 723-730. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.07.007>
- Walker, R. & Douglas, T. (1983). Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in citrus plants. *Crop and Pasture Science*, 34(2), 145-153. <https://doi.org/10.1071/AR9830145>
- Walker, R. R. (1986). Sodium exclusion and potassium-sodium selectivity in salt treated trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*) and Cleopatra mandarin (*Citrus reticulata*) plants. *Functional Plant Biology*, 13(2), 293-303. <https://doi.org/10.1071/PP9860293>
- Walker, R. R., Blackmore, D. H. & Sung, Q. (1993). Carbon dioxide assimilation and foliar ion concentration in leaves of lemon (*Citrus limon* L.) trees irrigated with NaCl or Na₂SO₄. *Functional Plant Biology*, 20(2), 173-185. <https://doi.org/10.1071/PP9930173>
- Walker, R. R., Blackmore, D. H., Clingeleffer, P. R. & Correll, R. L. (2004). Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. Cv. Sultana) 2. Ion concentrations in leaves and juice. *Australian Journal of Grape Wine and Research*, 10(2), 90-99. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2004.tb00011.x>

- Wang, B. S., Luttge, U. & Ratajczak, R. (2004). Specific regulation of SOD isoforms by NaCl and osmotic stress in leaves of the C-3 halophyte *Suaeda salsa* L. *Journal of Plant Physiology*, 161(3), 285-293. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-01123>
- Wang, Q., Wu, C., Xie, B., Liu, Y., Cui, J., Chen, G. & Zhang, Y. (2012). Model analysing the antioxidant responses of leaves and roots of switchgrass to NaCl-salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 58, 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.06.021>
- Wang, S., Liang, D., Li, C., Hao, Y., Maa, 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. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.10.014>
- Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Kim, K. Y. & Kwask, S. S. (2009). Analysis of antioxidantenzymes activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(7), 570-577. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2009.02.009>
- Wang, W., Vinocur, B. & Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1105-5>
- Wang, Y. & Nii, N. (2000). Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(6), 623-627. <https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511297>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.053>
- Wang, Y., Cai, S. Y., Yin, L. L., Shi, K., Xia, X. J., Zhou, Y. H., Yu, J. Q. & Zhou, J. (2015). Tomato HsfA1a plays a critical role in plant drought tolerance by activating ATG genes and inducing autophagy. *Autophagy*, 11(11), 2033-2047. <https://doi.org/10.1080/15548627.2015.1098798>
- Wani, A. S., Ahmad, A., Hayat, S. H. & Fariduddin, Q. (2013). Salt-induced modulation in growth, photosynthesis and antioxidant system in two varieties of *Brassica junica*. *Saudi Journal of Biological Science*, 20(2), 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.01.006>
- Waring, R. H. & Pitman, G. B. (1985). Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. *Ecology*, 66(3), 889-897. <https://doi.org/10.2307/1940551>
- Weidner, S., Karamać, M., Amarowicz, R., Szypulska, E. & Gołgowska, A. (2007). Changes in composition of phenolic compounds and antioxidant properties of *Vitis amurensis* seeds germinated under osmotic stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29(3), 283-290. <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0035-4>
- Weimberg, R., Lerner, H. R. & Poljakoff-Mayber, A. (1984). Changes in growth and water-soluble solute concentration in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium salts. *Physiologia Plantarum*, 62(3), 472-480. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1984.tb04605.x>

- Wertheim, S. J. (2002). Rootstocks for European pear: A review. *Acta Horticulturae*, 596, 299-309. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.596.47>
- Widodo., Patterson, J. H., Newbigin, E., Tester, M., Bacic, A. & Roessner, U. (2009). Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Sahara and Clipper, which differ in salinity tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 60(14), 4089-4103. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp243>
- Winicov I. (1998) New molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants. *Annals of Botany*, 82(6), 703-710. <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0731>
- Winkel-Shirley, B. (2001) It takes a garden. How work on diverse plant species has contributed to an understanding of flavonoid metabolism. *Plant Physiology*, 127(4), 1399-1404. <https://doi.org/10.1104/pp.010675>
- Wise, R. R. & Naylor, A. W. (1987). Chilling-enhanced photo-oxidation: evidence for the role of singlet oxygen and endogenous antioxidants. *Plant Physiology*, 83(2), 278-282. <https://doi.org/10.1104/pp.83.2.278>
- Woodland, D. W. (1997). *Contemporary plant systematics*. Michigan. Andrews University Press.
- Wu, Q. S. & Zou, Y. N. (2009). Adaptive Responses of Birch-Leaved Pear (*Pyrus betulaeifolia*) Seedlings to Salinity Stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(1), 133-138. <https://doi.org/10.15835/nbha3713109>
- Wyn Jones, R. G. (1984). Phytochemical aspects of osmotic adaptation, In *Recent Advances in Phytochemistry*. (pp. 5-78).
- Wyn Jones, R. G., Gorham, J. & McDonnell, E. (1984). Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in the Triticeae. In *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. (pp. 189-203).
- Wyn Jones, R.G. Storey, R. (1981). Betaines. In *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. (pp. 171-204).
- Xu, L., Yan, D., Ren, X., Wei, Y., Zhou, J., Zhao, H. & Liang, M. (2016). Vermicompost improves the physiological and biochemical responses of blessed thistle (*Silybum marianum* Gaertn.) and peppermint (*Mentha haplocalyx* Briq) to salinity stress. *Industrial Crops and Products*, 94, 574-585. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.023>
- Xue, F., Liu, W., Cao, H., Song, L., Ji, S., Tong, L. & Ding, R. (2020). Stomatal conductance of tomato leaves is regulated by both abscisic acid and leaf water potential under combined water and salt stress. *Physiologia Plantarum*, 2070-2078. <https://doi.org/10.1111/ppl.13441>
- Xue, Y. F. & Liu, Z. P. (2008). Antioxidant enzymes and physiological characteristics in two Jerusalem artichoke cultivars under salt stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55(6), 776-781. <https://doi.org/10.1134/S102144370806006X>
- Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A. & Hayat, S. (2011). Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: a review. *Journal of Environmental Biology*, 32(5), 667-685.

- Yaish, M. W. & Kumar, P. P. (2015). Salt tolerance research in date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.), past, present, and future perspectives. *Frontiers Plant Science*, 6(348), 1-5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00348>.
- Yamaguchi, T. & Blumwald, E. (2005). Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends in Plant Science*, 10(12), 615-620. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.002>
- Yan, K., Zhao, S., Bian, L. & Chen, X. (2017). Saline stress enhanced accumulation of leaf phenolics in honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb.) without induction of oxidative stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 112, 326-334. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.01.020>
- Yang, F., Xiao, X., Zhang, S., Korpelainen, H. & Li, C. (2009). Salt stress responses in *Populus cathayana* Rehder. *Plant Science*, 176(5), 669-677. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.02.008>
- Yang, Y., Wang, L., Tian, J., Li, J., Sun, J., He, L., Guo, S. & Tezuka, T. (2012). Proteomic study participating the enhancement of growth and salt tolerance of bottle gourd rootstock-grafted watermelon seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 58, 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.05.026>
- Yang, W. J., Rich, P. J., Axtell, J. D., Wood, K. V., Bonham, C. C., Ejeta, G., Mickelbart, M. V. & Rhodes, D. (2003). Genotypic variation for glycine betaine in sorghum. *Crop Science*, 43(1), 162-169. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1620>
- Yanyan, Y., Shuoshuo, W., Min, W., Biao, G. & Qinghua, S. (2018). Effect of different rootstocks on the salt stress tolerance in watermelon seedlings. *Horticultural Plant Journal*, 4(6), 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2018.08.003>
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T. & Uzal, Ö. (2008). Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1), 61-65.
- Yaşar, F., Kuşvuran, Ş. & Ellialtıoğlu, Ş. (2012). *Tuzluluk ve kuraklık stresi çalışmalarında antioksidant enzim aktiviteleri ile dayanıklılık arasındaki ilişkilerin incelenmesi* (Turkey). 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu. Eylül 12-14, Konya, 472-477.
- Yeo A. R., Lee S., Izard P., Boursier P. J. & Flowers T. J. (1991). Shortand long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*, 42(7), 881-889. <https://doi.org/10.1093/jxb/42.7.881>
- Yıldız, M., Akçalı, N. & Terzi, H. (2015). Proteomic and biochemical responses of canola (*Brassica napus* L.) exposed to salinity stress and exogenous lipoic acid. *Journal of Plant Physiology*, 179, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.03.006>
- Yılmaz, E., Tuna, A. L. & Bürün, B. (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 47-66.
- Yin, R., Bai, T., Ma, F., Wang, X., Li, Y. & Yue, Z. (2010). Physiological responses and relative tolerance by chinese apple rootstocks to NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 126(2), 247-252. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.027>
- Yokoi, S., Bressan, R. A. & Hasegawa, P. M. (2002). Salt Stress Tolerance of Plants. *JIRCAS Working Report*, 23(1), 25-33.

- Yu, X., Liang, C., Chen, J., Qi, X., Liu, Y. & Li, W. (2015). The effects of salinity stress on morphological characteristics, mineral nutrient accumulation and essential oil yield and composition in *Mentha canadensis* L. *Scientia Horticulturae*, 197, 579-583. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.023>
- Yu, Z. & Rengel, Q. (1999). Drought and salinity differentially influence activities of superoxide dismutase in narrow leafed lupines. *Plant Science*, 142(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00246-5](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00246-5)
- Yuan, G., Wang, X., Guo, R. & Wang, Q. (2010). Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chemistry*, 121(4), 1014-1019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.040>
- Yusuf, M., Hasan S, A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. & Ahmad, A. (2008). Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(9), 1096-1102. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00697.x>
- Zaharieva, T., Yamashita, K. & Matsumoto, H. (1999) Iron deficiency induced changes in ascorbate content and enzyme activities related to ascorbate metabolism in cucumber root. *Plant Cell and Physiology*, 40(3), 273-280. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a029538>
- Zhang, H., Tian, Y., Guan, B., Zhou, D., Sun, Z. & Baskin, C. C. (2018). The best salt solution parameter to describe seed/seedling responses to saline and sodic salts. *Plant and Soil*, 426(1), 313-325. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3623-8>
- Zhang, J. & Kirkham, M. B. (1996). Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings. *New Phytologist*, 132(3), 361-373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb01856.x>
- Zhang, L., Ma, H., Chen, T., Pen, J., Yu, S. & Zhao, X. (2014). Morphological and physiological responses of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants to salinity. *Plos One*, 9(11), e112807. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112807>
- Zhang, Y., Li, P. & Cheng, L. (2010). Developmental changes of carbohydrates, organic acids, amino acids, and phenolic compounds in “Honeycrisp” apple flesh. *Food Chemistry*, 123(4), 1013-1018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.053>
- Zhang, J. & Kirkham, M. B. (1994). Drought stress induced changes in activities of superoxide dismutase, catalase, and peroxidase in wheat species. *Plant and Cell Physiology*, 35(5), 785-791. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a078658>
- Zhao, G. Q., Ma, B. L. & Ren, C. Z. (2007). Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of naked oat in response to salinity. *Crop Science*, 47(1), 123-131. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.06.0371>
- Zhao, G., Li, S., Sun, X., Wang, Y. & Chang, Z. (2015). The role of silicon in physiology of the medicinal plant (*Lonicera japonica* L.) under salt stress. *Scientific Reports*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/srep12696>
- Zhao, X., Tan, H. J., Liu, Y. B., Li, X. R. & Chen, G. X. (2009). Effect of salt stress on growth and osmotic regulation in *Thellngiella* and *Arabidopsis* callus. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 98(1), 97-103. <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9542-x>

- Zhen, A., Bie, Z., Huang, Y., Liu, Z. & Li, Q. (2010). Effects of scion and rootstock genotypes on the anti-oxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(2), 263-271. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2010.00448.x>
- Zheng, H. L. & Lin, P. (1998). Effect of salinity on membrane protection system for *B. Sexangula* and *B. gymnorhiza* seedling. *Journal of Xiamen University, (Natural Science)*.
- Zhifang, G. & Loescher, W. H. (2003). Expression of a celery mannose 6-phosphate reductase in *Arabidopsis thaliana* enhances salt tolerance and induces biosynthesis of both mannitol and a glucosyl-mannitol dimer. *Plant Cell and Environment*, 26(2), 275-283. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2003.00958.x>
- Zhishen, J., Mengcheng, T. & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)
- Zhong, Y., Qi, X., Chen, J., Li, Z., Bai, D., Wei, C. & Fang, J. (2019). Growth and physiological responses of four kiwifruit genotypes to salt stress and resistance evaluation. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1), 83-95. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62011-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62011-8)
- Zhu, J. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *The Annual Review of Plant Biology*, 53(1), 247-273. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.091401.143329>
- Zhu, J. K. (2001). Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2), 66-71. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01838-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01838-0)
- Zhu, J. K. (2007). Plant Salt Stress. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1-3. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0001300.pub2>
- Zhu, J., Bie, Z., Huang, Y. & Han, X. (2008). Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54(6), 895-902. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2008.00306.x>
- Zhu, Z., Wei, G. Q., Li, J., Qian, Q. Q. & Yu, J. Q. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167(3), 527-533. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.04.020>
- Zrig, A., Mohamed, H. B., Tounekti, T., Khemira, H., Serrano, M., Valero, D. & Vadel, A. M. (2016). Effect of rootstock on salinity tolerance of sweet almond (cv. Mazzetto). *South African Journal of Botany*, 102, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.09.001>
- Zrig, A., Tounekti, T., Vadel, A. M., Mohamed, H. B., Valero, D., Serrano, M. & Khemira, H. (2011). Possible involvement of polyphenols and polyamines in salt tolerance of almond rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(11), 1313-1322. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.08.009>

ÖZGEÇMİŞ



