T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TUZLULUK STRESİ ALTINDAKİ HİCAZNAR FİDANLARINDA POTASYUM VE BRASSİNOSTEROİD UYGULAMALARININ GELİŞİM VE BAZI FİZYOKİMYASAL PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ

Sibel SÖYLEMEZ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2020

Prof. Dr. Bekir Erol AK danışmanlığında, Sibel SÖYLEMEZ'in hazırladığı **"Tuzluluk Stresi Altındaki Hicaznar Fidanlarında Potasyum ve Brassinosteroid Uygulamalarının Gelişim ve Bazı Fizyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri"** konulu bu çalışma 12/11/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Bekir Erol AK ……..

Üye : Prof. Dr. İzzet AÇAR ……..

Üye : Prof. Dr. Ahsen Işık ÖZGÜVEN ……..

Üye : Prof. Dr. Sadiye GÖZLEKÇİ ……..

Üye : Doç. Dr. Ali İKİNCİ ……..

Bu Tezin Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17070

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 19
2.1.Tuzluluk ile İlgili Çalışmalar 19
2.2.Tuzluluk ve Potasyumun İyileştirici Etkisi ile İlgili Çalışmalar 28
2.3. Brassinosteroid ve İyileştirici Etkiye Sahip Bazı Büyüme Düzenleyiciler ile İlgili Yapılan Çalışmalar 37
3. MATERYAL ve YÖNTEM 50
3.1. Materyal 50
3.2. Yöntem 51
3.2.1. Denemenin kurulması 52
3.2.2. Epibrassinolid çözeltisinin hazırlanması 53
3.2.3. Bitkilerin yetiştirme ortamına alınması ve uygulamalar 53
3.2.4. Denemenin yürütüldüğü dönemlere ait bazı iklimsel parametreler 56
3.2.5. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı morfolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi 57
3.2.5.1. Bitki boyu (cm) 57
3.2.5.2. Toplam sürgün boyu (cm) 57
3.2.5.3. Yan dal sayısı (adet bitki^{-1}) 57
3.2.5.4. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1}) 58
3.2.5.5. Yaprak yaş ağırlığı (g bitki^{-1}) 58
3.2.5.6. Yaprak kuru ağırlığı (g bitki^{-1}) 59
3.2.5.7. Gövde çapı (mm) 59
3.2.5.8. Gövde yaş ağırlığı (g bitki^{-1}) 59
3.2.5.9. Gövde kuru ağırlığı (g bitki^{-1}) 59
3.2.5.10. Kök yaş ağırlığı (g bitki^{-1}) 60
3.2.5.11. Kök kuru ağırlığı (g bitki^{-1}) 60
3.2.5.12. Kök uzunluğu (cm) 60
3.2.5.13. Yaprak alanı (cm^2 yaprak^{-1}) 60
3.2.5.14. Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2}) 61
3.2.6. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi 62
3.2.6.1. Yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) (%) 62
3.2.6.2. Klorofil indeksinin belirlenmesi (CCI) 63
3.2.6.3. Stoma iletkenliği (mmol m^{-2}s^{-1}) 63
3.2.6.4. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliğinin belirlenmesi (%) 64
3.2.7. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi 65
3.2.7.1. Yapraklarda prolin konsantrasyonunun belirlenmesi (µmol g^{-1} ta) 65
3.2.7.2. Lipit peroksidasyonunun (MDA) belirlenmesi (nmol g^{-1} ta) 65
3.2.8. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı bitki besin element içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi 66
3.2.8.1. Yaprakta mineral madde analizleri (%) 66
3.2.8.2. Kökte mineral madde analizleri (%) 67
3.2.9. İstatistiksel analizler 67
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 68
4.1. Denemenin Yürütüldüğü Döneme Ait Bazı İklimsel Veriler 68
4.1.1. Ortalama hava sıcaklık (°C) ve oransal nem değerleri (%) 68

4.1.2. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ... 69
4.2. Morfolojik Analizler ... 71
4.2.1. Bitki boyu (cm) ... 71
4.2.2. Toplam sürgün boyu (cm) ... 76
4.2.3. Yan dal sayısı (adet bitki^{-1}) ... 79
4.2.4. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1}) ... 83
4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g) ... 87
4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g) ... 90
4.2.7. Gövde çapı (mm) ... 93
4.2.8. Gövde yaş ağırlığı (g) ... 97
4.2.9. Gövde kuru ağırlığı (g) ... 100
4.2.10. Kök yaş ağırlığı (g) ... 104
4.2.11. Kök kuru ağırlığı (g) ... 107
4.2.12. Kök uzunluğu (cm) ... 109
4.2.13. Yaprak alanı (cm^2) ... 112
4.2.14. Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2}) ... 115
4.3. Fizyolojik Analizler ... 119
4.3.1. Yaprak nisbi su içeriği (%) ... 119
4.3.2. Klorofil indeksinin belirlenmesi (CCI) ... 122
4.3.3. Stoma iletkenliği (mmol m^{-2}s^{-1}) ... 127
4.3.4. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliği (%) ... 132
4.4. Biyokimyasal Analizler ... 135
4.4.1. Yaprakların prolin konsantrasyonu (µmol g^{-1} ta) ... 135
4.4.2. Lipit peroksidasyon (MDA) miktarı (nmol g^{-1} ta) ... 140
4.5. Besin Elementi Analizleri ... 143
4.5.1. Yaprakta mineral madde analizleri (%) ... 143
4.5.2. Kökte mineral madde analizleri (%) ... 152
4.6. Korelasyon Analizleri ... 160
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER ... 172
5.1. Sonuçlar ... 172
5.2. Öneriler ... 183
KAYNAKLAR ... 185
ÖZGEÇMİŞ ... 209

ÖZET

Doktora Tezi

TUZLULUK STRESİ ALTINDAKİ HİCAZNAR FİDANLARINDA POTASYUM VE BRASSİNOSTEROİD UYGULAMALARININ GELİŞİM VE BAZI FİZYOKİMYASAL PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ

Sibel SÖYLEMEZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bekir Erol AK
Yıl: 2020, Sayfa: 211

Dünyada tropik ve subtropik iklimlerin hakim olduğu geniş bir alana yayılmış olan nar (*Punica granatum* L.), çeşitli iklim ve toprak koşullarına rahatlıkla adapte olabilen bir meyve türüdür. Bitkiler en iyi gelişimi kendileri için optimum olan koşullarda gösterirler ancak, yaşamlarını sürdürdükleri alanlarda, gelişimlerini engelleyici, zorlayıcı ve hatta tamamen durdurucu bir kısım zorluklarla karşılaşabilirler. Tuzluluk, tüm dünyada tarımsal üretimde önemli kayıplara neden olan en ciddi abiyotik stres faktörleri arasında yer alır. Bu çalışmada farklı tuzluluk stresleri (0, 100, 200 ve 300 mM NaCl) altında yetiştirilen Hicaznar çeşidinde iyileştirici olarak kullanılan ilave KNO_3 (KN) (0 ve 10 mM) ve Brassinolid (BR) uygulamalarının (0 ve 1 µM) bazı bitki gelişim parametreleri ile klorofil indeksi, yaprak alanı, stoma sayısı, stoma iletkenliği, hücre zarı geçirgenliği, prolin ve MDA üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, tuz, KNO_3 ve BR uygulamalarının kök ve yapraklardaki bazı bitki besin element içerikleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmada incelenen özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Deneme süresince sıcaklık, nem ve fotosentetik aktif radyasyon ölçümleri alınmıştır. Tuz stresi tüm gelişim ve fizyolojik parametreler üzerinde olumsuz etkilere sebep olurken, ilave KNO_3 ve BR uygulamalarının olumsuzlukları kısmen de olsa hafifleterek bazı konularda önemli iyileştirici etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Tuz uygulaması kök ve yapraklardaki Na içeriğinin artmasına sebep olurken, Ca ve K içeriklerini azaltmış, KNO_3 ve BR uygulamaları iyileştirici etkilerde bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: *Punica granatum*, Hicaznar, tuzluluk stresi, potasyum, brassinolid, prolin

ABSTRACT

PhD Thesis

EFFECTS OF POTASSIUM AND BRASSINOSTEROID APPLICATIONS ON GROWTH AND SOME PHYSIOCHEMICAL PARAMETERS ON HICAZNAR POMEGRANATE SEEDLINGS UNDER SALINITY STRESS

Sibel SÖYLEMEZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Bekir Erol AK
Year:2020, Page: 211

Pomegranate is spread over a wide area at tropical and subtropic climates in the world and it is a fruit which can easily adapt to various climate and soil conditions. Plants shows the best development in optimal conditions for them however sometimes may be exposed to some difficulties, which prevent their development and even completely stopping their development. Salinity, is one of the most severe abiotic stresses factor and increase rapidly in our country and in the world day by day. This study was carried out to determine the ameliorative effects of BR (0 and 1 μM) and KNO_3 (KN) (0 and 10 mM) applications on some plant growth parameters and on chlorophyll index, leaf area, stomatal number, stomatal conductivity, cell membrane permeability, proline and MDA in Hicaznar pomegranate cultivar which grown under different salt levels (0, 100, 200 and 300 mM NaCl). The effects of salt, KNO_3 and BR applications on some plant nutrient contents in roots and leaves were determined. In addition, correlation analysis was conducted to determine the relationships among the investigated features in the study. During the experiment, temperature, humidity and photosynthetic active radiation measurements were taken. Salt applications were reduced significantly some plant growth and physiological parameters such as plant height, stem diameter, number of lateral branches, number of leaves, leaf area and chlorophyll content but negative effects of salt on some properties was alleviate partly by using additional KNO_3 and BR applications. Salt applications were caused increase about Na consantration while Ca and K contents were decreased, but KNO_3 and BR had improve effects about them.

KEY WORDS: *Punica granatum* L., Hicaznar, salinity stress, potassium, brassinolide, proline

TEŞEKKÜR

Doktora tez konumun seçimi, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında değerli düşünce ve katkılarıyla beni yönlendiren, araştırmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Bekir Erol AK'a (Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa) teşekkürlerimi sunarım. Tezimin hayata geçirilmesi ve olgunlaştırılması aşamasında değerli tecrübelerini benden esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. İzzet AÇAR'a (Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Karabük) teşekkür ederim. Tezimi mali yönden destekleyen HÜBAK'a, tezimin yazım aşamasında bana verdiği katkılarından dolayı Zir. Yük. Müh. A. Suat NACAR'a (GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Şanlıurfa) ve GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür ederim. Tezimin her aşamasında bana manevi destekte bulunan kıymetli annem Sabahat TİMUÇİN, babam A. Celal TİMUÇİN, abim Rıdvan TİMUÇİN ve kardeşim Metin TİMUÇİN'e, beni tecrübeleriyle yönlendiren, her koşulda yardımını esirgemeyen ve tüm kalbiyle destekleyen değerli eşim Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ'e (Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa) ve hayatımın her anında varlıklarından güç aldığım beni sabırla bekleyen canım oğlum Onur SÖYLEMEZ ve biricik kızım Berilay SÖYLEMEZ'e tüm kalbimle teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Hicaznar çeşidine ait meyveden bir görünüm 51
Şekil 3.2. Bitkisel materyalin hazırlığı, çeliklerin köklenme ortamına dikilmesi 52
Şekil 3.3. Çeliklerin sürmesi ve köklenme başlangıcı 52
Şekil 3.4. Deneme alanının hazırlığı ve sisleme ünitesi 53
Şekil 3.5. Epibrassinolid hormon çözeltisinin hazırlanma aşamalarından görünümler 53
Şekil 3.6. Bitkilerin saksılara şaşırtılma işlemlerinden görünümler 54
Şekil 3.7. Denemenin kurulmasına ilişkin görünümler 55
Şekil 3.8. Denemeye sulama sisteminin kurulumu 56
Şekil 3.9. Gübre tanklarının dezenfeksiyonu ve besin solüsyonlarında EC-pH ölçümleri 56
Şekil 3.10. DRM-FQ marka dual radiation meter ve sıcaklık-nem sensörü (HOBO) 57
Şekil 3.11. Yan dal sayısının belirlenmesi 58
Şekil 3.12. Yaprak sayısının belirlenmesi 58
Şekil 3.13. Gövde yaş ağırlığının belirlenmesi 59
Şekil 3.14. Kök uzunluğunun belirlenmesi 60
Şekil 3.15. Yaprak alanının belirlenmesi 61
Şekil 3.16. Yaprak örneklerinde stoma sayılarının belirlenmesi 61
Şekil 3.17. Yaprak nisbi su içeriğinin belirlenmesi 62
Şekil 3.18. CCM-200 Plus (Apogee Instruments, Inc., Logan, UT) taşınabilir klorofilmetre 63
Şekil 3.19. Stoma iletkenliği ölçümlerinde kullanılan porometre 64
Şekil 3.20. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliğinin belirlenmesi 64
Şekil 3.21. Prolin konsantrasyonunun belirlenmesi 65
Şekil 3.22. Yaprakta ve kökte mineral madde analizleri 67
Şekil 4.1. Denemenin ilk yılına ait ortalama sıcaklık ve hava oransal nem düzeyleri (2017) 68
Şekil 4.2. Denemenin ikinci yılına ait ortalama sıcaklık ve hava oransal nem düzeyleri (2018) 69
Şekil 4.3. Denemenin ilk yılında kaydedilen fotosentetik aktif radyasyon (2017) 70
Şekil 4.4. Denemenin ikinci yılında kaydedilen fotosentetik aktif radyasyon (2018) 70
Şekil 4.5. Denemenin birinci yılında uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi (2017) 71
Şekil 4.6. Denemenin ikinci yılında uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi (2018) 72
Şekil 4.7. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre bitki boyu üzerine etkisi 74
Şekil 4.8. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun toplam sürgün boyu üzerine etkisi (2018) 77
Şekil 4.9. Denemenin birinci yılında uygulamaların yan dal sayısı üzerine etkisi (2017) 79
Şekil 4.10. Denemenin ikinci yılında uygulamaların yan dal sayısı üzerine etkisi (2018) 80
Şekil 4.11. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yan dal sayısı üzerine etkisi 82
Şekil 4.12. Denemenin birinci yılında uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkisi (2017) 84
Şekil 4.13. Denemenin ikinci yılında uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkisi (2018) 84
Şekil 4.14. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak sayısı üzerine etkisi 86
Şekil 4.15. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi 89
Şekil 4.16. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi 92
Şekil 4.17. Denemenin birinci yılında uygulamaların gövde çapı üzerine etkisi (2017) 93
Şekil 4.18. Denemenin ikinci yılında uygulamaların gövde çapı üzerine etkisi (2018) 94
Şekil 4.19. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde çapı üzerine etkisi 96
Şekil 4.20. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi 99
Şekil 4.21. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi 103
Şekil 4.22. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök yaş ağırlığı üzerine etkisi 105
Şekil 4.23. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök kuru ağırlığı üzerine etkisi 108
Şekil 4.24. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök uzunluğu üzerine etkisi 111
Şekil 4.25. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak alanı üzerine etkisi 114
Şekil 4.26. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi 117
Şekil 4.27. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi 121
Şekil 4.28. Denemenin birinci yılında uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisi (2017) 122
Şekil 4.29. Denemenin ikinci yılında uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisi (2018) 123
Şekil 4.30. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre klorofil indeksi üzerine etkisi 126
Şekil 4.31. Denemenin birinci yılında uygulamaların stoma iletkenliği üzerine etkisi (2017) 128
Şekil 4.32. Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma iletkenliği üzerine etkisi (2018) 128

Şekil 4.33. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre stoma iletkenliği üzerine etkisi 130
Şekil 4.34. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre membran geçirgenliği üzerine etkisi..... 134
Şekil 4.35. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak prolin içeriği üzerine etkisi 137
Şekil 4.36. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre MDA içeriği üzerine etkisi 141
Şekil 4.37. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak Ca içeriği üzerine etkisi 146
Şekil 4.38. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak K içeriği üzerine etkisi 147
Şekil 4.39. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak Na içeriği üzerine etkisi 147
Şekil 4.40. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök Ca içeriği üzerine etkisi 155
Şekil 4.41. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök K içeriği üzerine etkisi..... 155
Şekil 4.42. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök Na içeriği üzerine etkisi 156

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Türkiye topraklarının tuzluluk derecesi ve alanları (Sönmez, 2004) 6
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan Hoagland çözeltisinin içeriği (ppm) (Hoagland ve Arnon, 1950)..... 54
Çizelge 3.2. Deneme konuları 55
Çizelge 4.1. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi 73
Çizelge 4.2. Tuz*BR uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi (2017)..... 73
Çizelge 4.3. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının toplam sürgün boyu üzerine etkisi.... 76
Çizelge 4.4. Tuz*BR uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi (2018)..... 77
Çizelge 4.5. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yan dal sayısı üzerine etkisi..... 81
Çizelge 4.6. Tuz*BR uygulamasının yan dal sayısı üzerine etkisi (2018) 81
Çizelge 4.7. KN*BR uygulamasının yan dal sayısı üzerine etkisi (2018)..... 82
Çizelge 4.8. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisi..... 85
Çizelge 4.9. Tuz*KN uygulamasının yaprak sayısı üzerine etkisi (2018)..... 86
Çizelge 4.10. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi 88
Çizelge 4.11. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi..... 91
Çizelge 4.12. Tuz*BR uygulamasının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017) 91
Çizelge 4.13. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi 95
Çizelge 4.14. Tuz*BR uygulamasının gövde çapı üzerine etkisi (2017)..... 95
Çizelge 4.15. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi 97
Çizelge 4.16. Tuz*KN uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017)..... 98
Çizelge 4.17. Tuz*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017) 98
Çizelge 4.18. KN*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017)..... 99
Çizelge 4.19. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi..... 101
Çizelge 4.20. Tuz*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017) 102
Çizelge 4.21. KN*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017)..... 102
Çizelge 4.22. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi..... 105
Çizelge 4.23. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi..... 107
Çizelge 4.24. Tuz*BR uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017) 108
Çizelge 4.25. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi..... 110
Çizelge 4.26. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi 113
Çizelge 4.27. Tuz*KN uygulamasının yaprak alanı üzerine etkisi (2017) 113
Çizelge 4.28. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi... 116
Çizelge 4.29. Tuz*BR uygulamasının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi (2017)..... 116
Çizelge 4.30. KN*BR uygulamasının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi (2017) 117
Çizelge 4.31. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi..... 120
Çizelge 4.32. KN*BR uygulamasının yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi (2018) 120
Çizelge 4.33. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının klorofil indeksi üzerine etkisi 124
Çizelge 4.34. Tuz*KN uygulamasının klorofil indeksi üzerine etkisi (2018)..... 125
Çizelge 4.35. Tuz*BR uygulamasının klorofil indeksi üzerine etkisi 125
Çizelge 4.36. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının stoma iletkenliği üzerine etkisi..... 129
Çizelge 4.37. Tuz*BR uygulamasının stoma iletkenliği üzerine etkisi (2018) 130
Çizelge 4.38. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkisi .. 133
Çizelge 4.39. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının prolin içeriği üzerine etkisi..... 136
Çizelge 4.40. Tuz*BR uygulamasının prolin içeriği üzerine etkisi (2018) 137
Çizelge 4.41. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının lipit peroksidasyon içeriği üzerine etkisi (2018)..... 141
Çizelge 4.42. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak Ca, K ve Na içeriği üzerine etkileri..... 145
Çizelge 4.43. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök Ca, K ve Na içeriği üzerine etkileri..... 154
Çizelge 4.44. Tuzluluk stresinde yetiştirilen Hicaznar çeşidinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayıları (2017) 165
Çizelge 4.45. Tuzluluk stresinde yetiştirilen Hicaznar çeşidinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayıları (2018) 171

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A_{CO2}	Net Karbon Assimilasyonu
ALA	5–Aminolevulinik Asit
APX	Askorbat Peroksidaz
AsA	Askorbat
BR	Brassinolid
^oC	Santigrad Derece
$Ca(NO_3)_2$	Kalsiyum Nitrat
$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür
CAT	Katalaz
CCI	Klorofil İçerik İndeksi
cm	Santimetre
CO_2	Karbondioksit
da	Dekar
DHAR	Dehidroaskorbat Redüktaz
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
dS	Desi Siemens
EBL-EBR	Epibrassinolid
EC	Elektriksel İletkenlik
g	Gram
GB	Glisin Betain
Gly I	Gliokzalaz I
Gly II	Gliokzalaz II
GPOX	Guaiakol Peroksidaz
GPX	Glutation Peroksidaz
GR	Glutation Redüktaz
g	Gram
g_s	Stoma İletkenliği
GSH	Glutatyon
GST	Glutation S-Transferaz
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
HBL	Homobrassinolid
IBA	İndol Bütirik Asit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi
K_2O	Potasyum Oksit
kg	Kilogram
KH_2PO_4	Potasyum di Hidrojen Fosfat
KNO_3	Potasyum Nitrat
L	Litre
LCRV	Yaprak Klorofil Değerleri
LRWC	Yaprak Nisbi Su İçeriği
M	Molar
m	Metre
MDA	Malondialdehit
MDHAR	Monodehidroaskorbat Redüktaz
MG	Metilglioksal
mg	Miligram
$MgCl_2$	Magnezyum Klorür
mm	Milimetre
mmol	Milimolar
MP	Membran Permeabilitesi
mS	Mili Siemens
N	Azot
NaCl	Sodyum Klorür
nmol	Nanomolar
NO_3	Nitrat

$O_2^{\cdot-}$	Süperoksit Radikalleri
P_2O_5	Fosfor Pentaoksit
PA	Poliamin
PAR	Fotosentetik Aktif Radyasyon
PBZ	Paklobutrazol
POD	Peroksidaz
ppm	Milyonda Bir
Put	Putresin
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
s	Saniye
SA	Salisilik Asit
SC	Stoma İletkenliği
SÇKM	Suda Çözünebilir Kuru Madde
SOD	Superoksit Dismutaz
SPAD	Portatif Klorofil Ölçüm Cihazı
Spd	Spermidin
Spm	Spermin
ta	Taze Ağırlık
TBA	Tiobarbütirik Asit
TCA	Trikloroasetik Asit
tRNA	Taşıyıcı RNA
YNSİ	Yaprak Nisbi Su İçeriği
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µM	Mikromolar
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.), Myrtales takımı, Punicaceae familyası, *Punica* cinsi içinde yer alan çok yıllık bir bitki olup, genellikle tropik ve subtropik bölgelerde, sınırlı bir şekilde de ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilmektedir. *Punica granatum* L. en önemli türüdür ve kültür çeşitleri bu türden meydana gelmiştir. İnsanlık tarihinde önemli bir konuma sahip olan nar, bilinen en eski meyve türlerinden olup, kültür tarihi M.Ö. 3000 yıl öncesine kadar gitmektedir (Gerçekçioğlu ve ark., 2014; Şimşek ve Kara, 2016). Anavatanı, değişik kaynaklara göre Güney ve Güney Batı Asya, Yakın Doğu, Ortadoğu, İran, Afganistan, Güney Kafkasya ve Anadolu gibi dünyanın farklı bölgelerini kapsamaktadır (Vardin ve Abbasoğlu, 2004). Genel olarak Anadolu, Suriye, İran, Irak ve Afganistan'da yabani nar alanlarına rastlanılmaktadır (Goor, 1967). Nar, -10 ^{o}C'deki düşük sıcaklıklara kadar dayanabildiğinden geniş bir yayılma alanı gösterir (Atasever ve ark., 2011). Nar, soğuklama gereksinimi çok düşük bir meyve türü olup, meyvelerini olgunlaştırabilmek için vegetasyon dönemi süresince yüksek bir sıcaklık toplamına ihtiyaç duyar (İkinci, 2007). Dünyada tropik ve subtropik iklimlerin hakim olduğu geniş bir alana yayılmış olan nar çeşitli iklim ve toprak koşullarına rahatlıkla adapte olabildiği için bu bölgelerde 1000 m rakıma kadar yetiştirilebilmektedir. Dünyanın birçok bölgesinde bu harika meyve, sağlık, doğurganlık ve yeniden doğuş sembolü olarak görülmüştür. Nar, tarih boyunca birçok dinlerde kutsal bir meyve olarak kabul edilmiştir (Oğuz ve ark., 2011). Son yıllarda narın yetiştiriciliği, ıslahı, gıda teknolojisi ve muhafazası üzerine çalışmalar yapılması bu türün daha iyi tanınmasına neden olmuştur (Tangu ve ark., 2011).

Günümüzde henüz Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve EUROSTAT tarafından düzenli tutulan resmi istatistikler mevcut değildir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar üretimdeki artış hızı nedeniyle de dünyadaki toplam alan ve toplam üretimi hakkında net ve güvenilebilir bir veriye ulaşmak oldukça zordur. Dünya nar üretiminin 2014 yılında yaklaşık 3 milyon ton olduğu, 2017 yılında ise bu rakamın 3.8 milyon tona yükseldiği tahmin edilmektedir (Kahramanoğlu, 2019). Dünya nar üretim verilerine göre Hindistan 1 789 310 ton, İran 1 000 000 ton, Çin 800 000 ton ve Türkiye

446 000 ton ile en önemli üretim potansiyeline sahip ülkelerdir. Aynı zamanda, Afganistan, Türkiye, Çin, Hindistan, İran ve İspanya en fazla nar ihraç eden ülkeler arasında yer almaktadır (Dursun ve ark., 2019). İran, yıllık 60 000 ton ile en fazla ihracat yapan ülke konumundayken, Hindistan 35 176 ton ile 2. sırada yer almaktadır (Silva ve ark., 2013). Ülkemiz, narın anavatanı sınırları içindedir ve yetiştiriciliği için uygun koşullara sahiptir. Türkiye, dünyada en fazla nar yetiştirilen ülkeler arasında bulunmakta, Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Ünal ve ark., 1995). Türkiye'nin nar üretimi 2017 yılında 502 606 ton iken, 2018 yılında 537 847 tona yükselmiş ve 2019 yılında bu değer 559 171 tona ulaşmıştır. Ülkemizde, 2019 yılı nar üretim sıralamasında 130 031 ton ile Antalya ili ilk sırada yer alırken, bunu 87 239 ton ile Mersin ve 86 608 ton ile Muğla ili izlemektedir (TÜİK, 2020). Ülkemiz nar üretiminin ivme kazanmasında, yetiştiricilik yapılan alanlarla birlikte üretim miktarının artması ve pazarlamada görülen önemli gelişmelerin yanı sıra, Hicaznar gibi yüksek verimli, nakliye ve depolamaya uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesinin payı da büyüktür. Son yıllarda kurulan nar bahçelerinde Hicaznar çeşidi yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır (Yılmaz, 2007; Güler ve Yıldırım, 2016).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde son yıllarda nar dikim alanlarında önemli artışlar gerçekleşmiştir. Nar, uygun iklim koşulları sebebiyle bölgede geniş bir üretim potansiyeline sahiptir (Yılmaz ve ark., 1993). Gaziantep, 20 098 tonluk nar üretimi ile ilk sırada yer alırken, Adıyaman, 13 890 ton ile ikinci sırada ve Şanlıurfa ili ise 10 456 tonluk üretimi ile 3. sırada yer almaktadır. Şanlıurfa'da 2019 yılı verilerine göre toplam nar ağacı sayısı 1 031 974 adet olup, bunun 842 467 adedi meyve veren yaşta, 189 507 adedi ise meyve vermeyen yaştaki ağaçlardan oluşmaktadır (TÜİK, 2020). Nar bölgemizde hakim olan kuru ve düşük bağıl nem koşullarına adapte olabilmiş bir meyve türüdür. Şanlıurfa ili, taze tüketim ve endüstriyel meyve suyu sektörüne kaliteli meyve sağlayabilen iklim koşullarına sahiptir. Bölgede, nar suyu daha çok salatalarda kullanılan geleneksel nar ekşisi (nar pekmezi) üretiminde kullanılmaktadır (Ak ve ark., 2009).

Nar, içermiş olduğu toplam fenolik ve flavonoid içerikleri bakımından yüksek antioksidatif özelliklere sahip bir meyvedir (Özden ve ark., 2017). Tüketicilerin narın insan sağlığına olan faydası konusunda bilinçlenmeleri dünyada ve ülkemizde nara ilginin artmasına ve tüketiminin hızla yükselmesine neden olmuştur (Şimşek ve Gülsoy, 2017). Hicaznar çeşidinin fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, günlük ortalama 100 g meyve suyunun çoğu mineraller açısından, yetişkinler için önerilen günlük ihtiyacı fazlasıyla karşılayabileceği bildirilmiştir (Gözlekçi ve ark., 2011).

Geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan nar, taze veya meyve suyu olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, çeşitli kısımlarından tanen, pektin, sirke, sitrik asit, yağ, hayvan yemi, çeşitli ilaç hammaddeleri ile boya ve mürekkep hammaddeleri elde edilmektedir. Bu nedenle, tüm dünyada son yıllarda nara karşı olan talep artmaktadır (Onur, 1988).

Narın yukarıda sözü edilen geniş kullanım alanlarının yanında yetiştiriciliği yönünden de çeşitli kolaylıkları vardır. Nar, çeşitli iklim koşullarında kolaylıkla yetiştirilebilmesi, çoğaltma ve bakım işlerinin kolay olması, her yıl birim alandan yüksek verim veren bir tür olması gibi sebeplerle büyük bir üretim potansiyeline sahiptir (Ak ve ark., 2016).

Bitkiler en iyi gelişimi kendileri için optimum olan koşullarda gösterirler ancak, yaşamlarını sürdürdükleri alanlarda, gelişimlerini engelleyici, zorlayıcı ve hatta tamamen durdurucu bir kısım zorluklarla karşılaşabilirler. Bitkisel üretimde stres; bir veya birden fazla faktörün bitkiyi çevresel olarak etkileyerek, büyümede yavaşlama ve verim düşüklüğüne sebep olması biçiminde tanımlanabilir. Çevresel stres, ortalama verimi düşürerek global üretimi olumsuz etkileyen ve son yıllarda bu etkisi giderek ciddileşen, dünyadaki ürün kaybının en önemli sebeplerinden biridir (Vardhini ve Anjum, 2015). Bitkide strese neden olan faktörler; hastalık oluşturanlar ve zararlılar gibi biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropogenik etkiler) kökenli olabilmesinin yanı sıra, besin elementlerinin eksik veya fazlalıkları, sıcaklık (yüksek, üşüme ve donma), su (kuraklık, su taşkını), tuz, ağır metal, ışık (yoğunluk ve zayıflık),

radyasyon (UV-A/B) gibi abiyotik kökenli streslerde dünya ziraatında ciddi tehditler oluşturmaktadır (Bray ve ark., 2000; Larcher, 1995). Bitkilerin bu şekildeki, biyotik ya da abiyotik çeşitli çevresel stres faktörlerine maruz kalmaları kaçınılmazdır. Bitkilerin sıklıkla karşı karşıya kaldıkları, stres faktörleri olarak adlandırılan kısıtlayıcı çevre koşulları ve çok sayıda olumsuzluklar ürün verimliliğinde sürdürülebilirliği ciddi tehditler altına sokmaktadır (Hasanuzzaman ve ark., 2012).

Doğadaki tüm su kaynaklarının içeriğinde az ya da çok miktarda çözünmüş katı madde (tuz) bulunmaktadır. Bu tuzların kaynağı, yer örtüsünde (toprakta ya da kayaçlarda) bulunan minerallerin iklimin etkisiyle çözünmesi ve su kaynaklarına karışması olabileceği gibi; tarımsal, kentsel ve endüstriyel kullanımlar sonucu oluşan drenaj sularının bu kaynaklara ulaşması yoluyla da olabilir (Semiz, 2020). Son yıllarda hayatın her alanında bir sorun olarak karşımıza çıkan iklim değişikliği gerçeği, küresel sıcaklığı arttırırken, yeryüzünden buharlaşma ile su kaybının da artmasına, yağış miktarının azalmasına ya da yıl içerisinde düzensiz ve sel baskınlarına sebep olan yağışlar şeklinde düşmesine sebep olmaktadır. Gerek tarımsal gerek sanayi ve gerekse de evsel atıklar sebebiyle yer altı ve yer üstü kaynaklarının kirletilmesi ya da mevcut kaynakların azalması ve artan nüfus, toplumsal yaşamdaki değişim ve gelişmelere bağlı olarak evsel ve endüstriyel su taleplerindeki artışlar, genel olarak temiz su kaynaklarının azalmasına sebep olmuştur. Bu durum, insan yaşamını tehdit ettiği kadar tarımsal amaç için kullanılan su kaynaklarını da sıkıntıya sokmaktadır. Öyle ki geri kazanılmış suların tarımsal alanlarda kullanım olanakları ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, ilave iyileştiriciler kullanılmasına rağmen bu suların toprakta bıraktığı etkiyle beraber verim ve kalitede meydana gelen kayıplar birçok araştırıcı tarafından vurgulanmıştır (Raveh ve Levy, 2009; Dasberg ve ark., 1991).

Sulamaya açılacak küçük (çiftçi tarlası) ya da büyük (sulama projesi) alanlarda sulama suyu kalitesi en önemli etmendir. Çünkü su kalitesi sulama açısından uygun değil ise, alan sulamaya açılamaz. Sulama suyu kalitesi dendiğinde akla ilk olarak tuzluluk gelmektedir. Sulama suyunda bulunan erimiş tuzlar hem yetiştirilecek bitkiye hem de toprağa büyük zararlar verebilir. Genellikle tuz, sofralarımızda tükettiğimiz sofra tuzu (NaCl) ile aynıdır, ancak farklı bileşikler şeklinde bulunan tuzlar da vardır

ve genellikle sodyum klorür yani sodyum ve klor, yalnız başına bulunmaz. Sulama suyundaki tuzlar, su içerisinde erimiş halde bulunurlar (Semiz, 2020).

Tuzluluk tüm dünya da zirai verimde önemli kayıplara neden olan en önemli çevresel faktörler arasında yer alır. Bu aynı zamanda, sulu üretim sistemlerinin kullanıldığı kurak ve yarı kurak bölgelerde sürdürülebilir ziraatın karşı karşıya olduğu en ciddi problemlerden biridir (Ravindran ve ark., 2007). En şiddetli abiyotik streslerinden biri olan toprak tuzluluğu, dünyada ve ülkemizde her geçen gün artan bir sorun olarak karşımıza çıkmakta, bu sebeple verimler düşmekte, bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır. Dünyada ekili alanların yaklaşık %20'si ve sulanan alanların yarısı bu stresten etkilenmektedir (Munns ve Tester, 2008). Diğer yandan, tuzluluk artışının tarım arazilerinde yıkıcı bir küresel etkiye sahip olması ve gelecek 20 yılda tarım arazilerinde %50'ye varan oranlarda toprak kaybı yaşanması beklenmektedir (Hasanuzzaman ve ark., 2012).

Dünyada 135 milyon km^2'lik toplam alanının 4 milyon km^2'si tuzluluk problemi yaşarken, ülkemizde ise bu durum yaklaşık 78 milyon ha alanda 800 bin ha (%1'lik alan) düzeyine ulaşmış durumdadır (Süyüm, 2011).

Ülkesel toprak etütlerine göre Türkiye'de 1 517 695 hektar olan çorak arazilerin toplamı, işlenen tarım arazilerinin %5.48'ine eşdeğer büyüklüktedir. 2 775 115 ha arazide tuzluluk ve drenaj sorunu vardır (Temizel, 2015). Ülkemizde, sulama imkanına sahip 12.5 milyon ha arazinin hali hazırda 1.5 milyon ha'lık kısmında tuzluluk ve alkalilik, 2.8 milyon ha'lık alanında ise drenaj problemi vardır (Güngör ve Erözel, 1994). Veriler, Türkiye'de sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %32.5'inin tuzluluk, alkalilik ve drenaj sorunu yaşadığını göstermektedir (Kanber ve ark., 2004). Çizelge 1.1.'den de görüldüğü gibi, toplam çorak alanların %74'ü tuzlu, %25.5'i tuzlu-alkali ve %0.5'i ise alkali topraklardan oluşmaktadır (Kanber ve ark., 2004).

Çizelge 1.1. Türkiye topraklarının tuzluluk derecesi ve alanları (Sönmez, 2004)

Tuzluluk Derecesi	Alan (ha)	Toplamdaki %'si
Hafif Tuzlu	614 617	41.0
Tuzlu	504 603	33.0
Alkali	8 641	0.5
Hafif Tuzlu Alkali	125 863	8.0
Tuzlu Alkali	264 958	17.5
Toplam	1 518 722	100.0

Cumhuriyet tarihimizin en büyük yatırımı olan Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında, Şanlıurfa-Harran Ovası'nda daha önceden var olan tuzluluk ve drenaj (yüksek taban suyu) sorunlarının boyutları 1995'ten beri ovaya su verilmeye başlanması ve sulu tarımla birlikte artış eğilimine girmiştir. Çullu ve ark. (2000a), Harran Ovası topraklarında yaptıkları çalışmada, sulamanın tuzlu taban sularını yüzeye daha fazla yaklaştırmasından dolayı tuzlulukta artışların meydana geldiğini ifade etmiş ve 2000 yılında Harran Ovası'nda toplam olarak 11 403 ha tuzlu alan olduğunu bildirmişlerdir (Çullu ve ark., 2000b). Bölgenin iklim koşulları, toprak yapısı, hatalı arazi planlaması, düşük kalitedeki sulama suları, yanlış sulama metotlarıyla yapılan aşırı sulamalar ile drenaj problemleri gibi nedenler tuzluluk oluşumunun başlıca sebepleri arasında sayılabilir. Güneydoğu Anadolu Projesi'nin hayata geçirilmesiyle beraber ovada tuzluluk problemleri artış göstermiş, önceden drenaj sorunu olan alan 13 875 ha iken, sulamayla birlikte 29 496 ha'a ulaşmıştır. Sulama sonrasında 11 395 hektar alan tuzlu, 3 370 hektar alan tuzlu-sodyumlu ve 38 hektar alanda sodyumlu karakter kazanmıştır (Yenmez, 2015).

Yağışın yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde toprakta mevcut olarak bulunan çözünebilir tuzlar özellikle sıcak ve kurak dönemlerde uzaklara taşınamamakta, tuzlu taban suları kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Yüksek evaporasyon topraktaki suyun yüzeyden kaybına sebep olurken, beraberinde taşıdıkları tuzlar toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın bir kısımda birikmektedir (Ağca, 1999). Yani bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır (Richards, 1954).

Tuzluluk, dünyanın her tarafında birçok kurak ve yarı kurak alanlarda (sulanan ve sulanmayan) görülebilen, bitki gelişimini ve verimliliğini etkileyen önemli bir

abiyotik stres faktörüdür (Chell i-Chaabounia ve ark., 2010; Vazirimehr ve ark., 2015). Bu stres faktörü bitkilerde morfolojik, biyokimyasal, sitogenik ve moleküler değişimlere neden olur (Maraklı ve Gözükırmızı, 2016). Tuzlu koşullarda yetişen kültür bitkilerinde büyüme azalmasının nedeni iyon fazlalığı ya da su eksikliği olabilir (Keleş ve Öncel, 2002). Greenway ve Munns (l980)'a göre gelişmesini tamamlamış yapraklarda iyon fazlalığı, gelişmekte olan dokularda ise su eksikliği büyümenin azalmasına neden olmaktadır. Tuzluluğun bitki gelişimindeki zararlı etkisi düşük osmotik potansiyel (su stresi), besin dengesizliği, spesifik iyon etkisi (tuz stresi) ya da bu faktörlerin kombinasyonu ile ilişkilidir (Chell i-Chaabounia ve ark., 2010). Tuzlar, ya ortamın osmotik basıncını yükseltmesi sonucu bitkinin su alımını ve dolayısıyla beslenmesini yavaşlatıp akabinde durdurarak ya da Na ve Cl gibi tuzların ortamda aşırı bulunması nedeniyle bitki besin maddelerinin alınımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak, bitkinin bünyesine zarar verirler (Ekmekçi ve ark., 2005). Bitkinin kök bölgesinde aşırı miktarda çözünebilir tuzların bulunması bitki büyümesini çeşitli şekillerde etkileyebilir. Tuzlu toprak çözeltilerinin osmotik basıncının artması (sulama suyundaki yüksek miktardaki tuzluluk) bitki kökleri tarafından su alımını kısıtlayarak verim kaybına neden olur (Hayward ve Bernstein, 1958). Bitki kök bölgesinde yeteri kadar nem olmasına rağmen, bitki bu sudan faydalanamaz (osmotik etki) ve kurumaya başlar (fizyolojik kuraklık) (Semiz, 2020). Bu etkilerin sonucu, hücre membranlarında bozukluk, fotosentezin engellenmesi, toksik metabolitlerin oluşması, besin alımında azalma, son ve en önemli etki olarak ise bitki ölümü gerçekleşir (Hasanuzzaman ve ark., 2011).

Her bitkinin tuza ya da tuzluluğa dayanımı farklıdır. Bazı bitkiler belirli tuzlulukta yaşayamazken, bazı bitkiler aynı tuzlulukta hiçbir verim kaybı olmadan yaşayabilirler. Son çalışmalar bazı bitkilerin değişebilir sodyuma karşı çok hassas olduklarını, bitki gelişimi için toprağın fiziksel özelliklerinin uygun olmasına rağmen çok düşük değişebilir sodyum seviyelerinde dahi şiddetli zararlar gördüklerini göstermektedir. Toprakların tuzluluğuyla ilgili alt sınır çok açık bir şekilde tanımlanmamıştır. Tuza hassas ürünler ile yapılan son denemeler EC için bu sınırın 4'den 2 mmhos'a doğru azalan bir şekilde revize edilmesi gerektiğini önermektedir (Anonim, 1954). Her ne kadar bu etkiye hassasiyet bitki türleri arasında geniş bir

farklılık gösterse de bütün bitkiler bu etkiye maruz kalabilir. Bitkiler aynı zamanda tuz çözeltisinde bulunan iyonları değişik miktarlarda absorbe ederler. Bu bazı durumlarda belirli bir iyonun toksik birikimine sebep olabilir ya da bazı gerekli besin elementlerinin emilimini azaltabilir. Bu toksik veya besinsel etki genellikle tüm kompozisyonda basit bitki gelişimi ile kesin olarak gösterilemez. Kompozisyonal değişimler osmotik etkilere paralel olabilirler, osmotik ve belirli iyon bileşimlerinin toplam etkisinin ayırımı zorlaşabilir (Hayward ve Bernstein, 1958).

Toprak çözeltisinde bulunan iyonlar arasındaki antagonistik etki, iyon dengesizliğine sebep olabilmektedir. Bitki kökünün yoğun olarak bulunduğu bölgedeki K/Na oranının düşük olması, Na iyonlarının aşırı alınımını arttırarak K iyonlarının alınımını; Cl iyonlarının aşırı alınımı ise NO_3 iyonlarının alınımını azaltıcı bir etki göstermektedir (Grattan ve Grieve, 1998). Litifi ve ark. (1992), bitkilerin tuza toleransının Na alımını sınırlandırma yeteneği ile ilişkili olduğunu ve bu sınırlandırmada K'un önemli bir rol oynadığı bildirmişlerdir.

Tuz stresi altındaki bitkiler, özellikle tuzun içeride birikmesi sonucu oluşan iyon toksisitesi, çözünmüş tuzların bitki kök bölgesinde bulunması sonucu oluşan osmotik stres, Cl^- ve Na^+ gibi potansiyel olarak zehirli iyonların yüksek konsantrasyonları ve tuz iyonlarının uygun olmayan kombinasyonları ile başa çıkmak zorundadırlar (Greenway ve Munns, 1980). Tuzluluğun olumsuz etkileri temel olarak sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonlarındaki artışa bağlanmaktadır. Bu iyonlar farklı bitki mekanizmalarına engel olarak bitkinin hayatta kalabilmesi için kritik koşullar oluştururlar. Hem Na^+ hem de Cl^- bitkilerde birçok fizyolojik bozukluklara sebep olur, ancak Cl^- en tehlikelisidir (Tavakkoli ve ark., 2010).

Artan tuzluluk, bitki gelişim fizyolojisi üzerinde farklı etkilere sahiptir. Tuzluluğun, osmotik stres, iyon seçiciliği, beslenme ve hormon dengesizliği ile oksidatif hasar gibi çeşitli olumsuz etkileri vardır (Hasanuzzaman ve ark., 2012). Tuzluluk bitkide doku hasarı, verim azalması ve sonuçları bitki ölümüne kadar giden birçok zararlanmalara neden olur (Romero-Aranda ve ark., 1998), su alımını ve ağaç gelişimini azaltır (Syvertsen ve Yelenosky, 1988; Maas 1993), yapraklarda

yaşlanmaya neden olur, klorofil içeriği (Chen ve ark. 1991) ve PSII aktivitesini (Nishihara ve ark., 2003) azaltır, stoma iletkenliğini (gs) ve net fotosentez oranını düşürür (Garcia-Sanchez ve ark., 2002), membran permeabilitesini (Dhindsa ve ark., 1981), beslenmedeki dengesizliği ve toksisiteyi (Grattan ve Grieve, 1992) arttırır (Khoshbakht ve ark., 2014). Tuzlu koşullar altında kalan bitkiler gerek fizyolojik (transpirasyon ve solunum) olarak ve gerekse de su alımı ve kök gelişimi azaldığı için morfolojik (yaş ve kuru ağırlık, verimin azalması) olarak birçok olumsuz gelişim özelliği göstermektedir. Fotosentez başta olmak üzere meydana gelen bu olumsuzluklar sonucunda hormonal dengede yıkımdan, hücresel bazda protein sentezinde azalmalara kadar sebep olan sonuçlar çıkmaktadır (Sharma, 1980; Robinson ve ark., 1983; Çakırlar ve Topçuoğlu, 1985). Araştırıcılar, aşırı tuzluluğun bitkilerde bodur büyümeye sebep olduğunu, stres etkisiyle tomurcuk, çiçek, meyve, yaprak ve sürgün sayısının azaldığını bildirmişlerdir (Larcher, 1995; Sivritepe ve Eriş, 1996).

Tuzlu koşullar, hücresel bazda potasyum dengesinin bozulmasına sebep olarak, oksitadif strese neden olur. Bu durum hücre ölümlerine, besin alımında azalmalara, genetik ve epigenetik etkilere, metabolik toksisiteye, fotosentezin engellenerek CO_2 asimilasyonunun azalmasına ve kök solunumunun yavaşlamasına sebep olarak bitki gelişiminin yanı sıra bazı önemli hücresel enzimlerin aktivitesini etkiler (Abogadallah, 2010; Demirkıran ve ark., 2013; Liu ve ark., 2014; Maraklı ve ark., 2014). Üst bitki kısımlarına ek olarak tuzluluk, kök büyümesini, fizyolojisini ve besin alımındaki işlevlerini de etkiler (Hasanuzzaman ve ark., 2012). Bitkilerin abiyotik strese tepkileri çeşitli organlarda farklı seviyelerde olup, bunlar arasında kök faaliyetleri özel önem taşımaktadır. Kökler, buna maruz kalan ilk organlardır ve bundan dolayı hızlı bir şekilde yanıt verir. Tuz stresi, kökün tüm gelişme noktalarını etkiler. Meristematik bölgede hücre bölünmesi azalırken, uzama bölgesinde hücre genişlemesi zayıflar, tüm bunlar toplam büyümenin azalmasına neden olur (West ve ark., 2004). Yüksek tuz koşulları yan kök sayısını azaltırken, orta dereceli tuzluluk koşullarında yan kök sayısı artar (Wang ve ark., 2009; Zolla ve ark., 2010). Kök uzunlukları, sürgün uzunlukları ve kök sayısı tuz stresine maruz kalan bitkilerde azalır. Normal gelişim koşulları altında kökler topraktaki su ve besin maddelerini absorbe eder, bunları bitki gövdesi

boyunca taşır ve böylece hücre hemostazisinde esaslı bir rol oynar. Ancak bu denge sistemi, stres periyodu süresince kökler birçok yapısal ve fonksiyonel değişiklikleri benimsemeye zorlandığı zaman değişir. Bu modifikasyonlar arasında, metabolizma ve membran özelliklerinin değişimi, hücre duvarının kuvvetlenmesi ve kök uzamasında azalma gibi moleküler, hücresel ve fenotipik değişiklikler sayılabilir (Maraklı ve Gözükırmızı, 2016).

Tuz stresi ile baskı altına alınan fotosentez oranı ile verim arasında pozitif bir ilişkinin olduğu farklı türler üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Pettigrew ve Meredith, 1994; Sudhir ve Murthy, 2004). Fisarakis ve ark. (2001), tuzluluk sebebiyle fotosentezdeki belirgin azalma ile gelişimin engellenmesi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu bildirmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilerde fotosentez oranının azalması esas olarak su potansiyelinin azalmasına dayanır. Fotosentez aynı zamanda kloroplastlarda yüksek konsantrasyonlarda Na^+ ve/veya Cl^- birikmesi durumunda da sınırlanır.

Karanlık (2001), stres altındaki bitkilerde artan düzeylerde sentezlenen serbest radikallerin hücre yapılarına zarar vererek, yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlandırdığını bildirmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilerde tuzluluğun dolaylı bir etkisi olarak fazla miktarda serbest radikaller sentezlenmekte bu oksijen radikalleri protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerinin tahribatlarına ve dokusal hasara sebep olarak nekroz oluşumlarına, klorofilleri parçalayarak da kloroz oluşumuna neden olurlar (Salin, 1987; Streb ve Feirabend, 1996).

Çevresel stres, ROS (reaktif oksijen türleri) üretimini tetiklediği gibi, antioksidan sistem aktivitesini değiştirir ve fotosentez oluşumunu olumsuz etkiler (Vardhini ve Anjum, 2015). Bitkiler tuza maruz kaldıklarında, hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit, tekli oksijen ve hidroksil radikalleri gibi reaktif oksijen türleri (ROS), bir dizi hücre tarafından metabolik yollardan doğal olarak üretilmektedir (Becana ve ark., 2000). Hücreler, vakuollerinde tuz iyonlarını biriktirerek (Flowers ve ark., 1977) ve/veya hücre osmotik potansiyelini yükseltmek için sitoplazmalarında

ozmoregülasyon fonksiyonu olduğu ileri sürülen prolin aminoasitlerini biriktirerek tuz stresine yanıt verirler (Stewart ve Lee, 1974; Treichel, 1975).

Bitkiler tuzluluğa karşı bazı antistres mekanizmaları geliştirmişlerdir; bunlar arasında arbüsküler mikoriza (Garg ve Pandey, 2015) ve geliştirilmiş peroksidaz (POD) aktivite (Wu ve ark., 2012), yanı sıra karbonhidrat (Balibrea ve ark., 2000; Martinez-Balesta ve ark., 2004) ve prolin (Nolte ve ark., 1997) gibi bazı ozmolitlerin birikimleri sayılabilir. Tuz stresinde prolin birikiminin kesin rolünün henüz tam olarak belirlenememesine karşın, genel olarak prolin, tuza dayanıklılığın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Lin ve Kao 1996; Lutts ve ark., 1996). Yapraklarda prolin birikimi, tuz stresi altındaki yüksek bitkilerde genel bir metabolik sonuçtur. Buna ek olarak prolin, stres koşullarında osmotik ayarlama içindeki rolüne ek olarak, serbest radikalleri temizleme ve hücresel redoks potansiyelini tamponlama gibi birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayda da önemli bir rol oynar (Srinivas ve Balasubramanian, 1995; Hare ve Cress, 1997).

Bitkilerin tuza toleransı ozmoregülasyon ayarı ile ilgilidir ve prolinin, stresli koşullar altında makromoleküllerin koruyuculuğunda dahi reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde, uyumlu bir ozmolit olarak hizmet ettiği bilinmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007). Zhu (2001) bu konuyla ilgili olarak, tuzluluk stresine maruz bırakılan bitkilerin prolin gibi birbiriyle uyumlu ozmolitleri biriktirdiğini bildirmiştir. Bir amino asit olan prolin aynı zamanda bitkileri ROS gibi kirleticilerden temizleyerek ya da bunların hücre yapılarına zarar vermelerini önleyerek muhtemel detoks etkisi göstermektedir. Stres altındaki bitkilerde serbest amino asitlerin artışı zararın sadece bir semptomu olarak ileri sürülmüştür (Dubey ve Rani 1990; Silveira ve ark., 2001; Di Martino ve ark., 2003). Alternatif öneri ise serbest amino asitlerin ozmolit gibi davranarak osmotik ayarlamaya katkıda bulunması şeklindedir (Ford, 1984). Tuzluluğun en yaygın etkileri arasında NaCl nedeniyle gelişimin engellenmesi yer alır. Birçok bitkide prolin, glisin-betain ve çözünen şekerler gibi uyumlu ozmo koruyucu metabolitler, hücreleri tuz stresinin zararlı etkilerine karşı korumak için üretilirler (Chell i-Chaabounia ve ark., 2010). Bir stres parametresi olan prolinin bitki

bünyesindeki birikimi, bitki türüne ve çeşidine göre farklılıklar gösterebilmektedir (Singh ve ark., 1972; Cavalieri ve Huang, 1979).

Sağlıklı bitki gelişimini engelleyecek düzeyde tuz içeren tarım toprakları bazı özel işlemlerle geri kazanılmaya çalışılmaktadır. Genel olarak tuzlu toprakların ıslahı ve tuzluluğun olumsuz etkisinin giderilmesinde farklı yöntemler izlenmektedir. Tuzlu toprakların iyileştirilmesi amacıyla organik ve yeşil gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının arttırılması sağlanabilir. Kimyasal gübre kullanımları dikkatli ve titizlikle yapılmalı aşırı ve bitki gelişim periyodu açısından yanlış zamanlama ve uygulamalardan kaçınılmalıdır. Temiz su kaynaklarının kullanımı ile tuzun bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaştırılması, belirli zaman aralıklarında toprağın üst katmanının değiştirilmesi veya seralarda topraksız yetiştiricilik yapılması da bu işlemler arasında yer alır. Genel olarak zor, pahalı ve zaman alıcı olan bu işlemler her zaman ve her ülkede kullanılamamakta, ayrıca ıslah edilen alanlarda yapılan yanlış uygulamalar yeniden tuzlu toprak koşullarının oluşmasına sebep olabilmektedir (Aktaş, 2002). Artan çevresel stres koşulları, dünya nüfusundaki artış hızı ve değişen sosyo ekonomik koşullar gıda gereksiniminin artmasına sebep olmaktadır (Duvick, 1996). Tuzluluk sorunu olan toprakların tarımsal üretimde kullanılabilme olanaklarında biri, yüksek toprak tuzluluğuna dayanıklı ve ekonomik ürün verebilen tür ve çeşitlerinin bu alanlarda yetiştirilmesi ve bitkilerin tuza olan toleransının artırılmasının sağlanmasıdır (Shannon, 1978; Epstein, 1985; Ashraf ve ark., 1986). Tuza tolerans yönünden türler ve aynı türe ait çeşitler arasında önemli genotipik farklılıklar vardır (Sajyad, 1986; Suhayda ve ark., 1992).

Bir bitkinin tuz stresine tepkisi genotipine, gelişim aşamasına bağlı olmasının yanı sıra stresin yoğunluğuna ve süresine de bağlıdır. Toprak saturasyon ekstraktının EC'si ile oransal verim arasındaki ilişkiye göre bitkiler, tuza hassas (0-4 dS m^{-1}), orta dayanıklı (4-8 dS m^{-1}) ve çok dayanıklı (8-16 dS m^{-1}) olarak sınıflandırılabilir (Güngör ve Erözel, 1994). Nar, meyve türleri arasında tuza dayanıklı grup içerisinde yer alır. Her meyve türünün yetiştirmesine uygun olan şartlar farklılık göstermektedir. Doğal koşullarda nar tuzlu topraklarda yetişmez. Fakat yetiştiricilikte nar bitkisi tuzlu

koşullara dayanıklı veya tuza tolerant bir tür olarak kabul edilir (Özgüven ve ark., 2015).

Tuzluluk stresini hafifletme stratejileri, tuza dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesini, aşırı çözünür tuzların toprağın alt katmanlarına kadar yıkanmasını, yüzeyi tuzla kaplanmış toprakların temizlenmesini, az bir sulama veya yağmur suyu ile toprak üstü aksamlarında tuz biriktiren bitkilerin yetiştirilip hasat edilmesini ve derinlere kök salan bitkilerin yetiştirilmesi ile tuzlu toprakların iyileştirilmesini kapsar (Qadýr ve ark., 2000). Tuza toleranslı bitkilerin ıslahı, seleksiyon için güvenilir özelliklerin eksikliği yüzünden sınırlıdır. Çoklu genlerin, tuzluluğa toleransı arttırmada uyumlu bir rol oynadığı ve tuzluluk stresinden korunma ile ilgili belirli proteinlerin olduğu kabul edilmiştir (Murillo-Amador ve ark., 2006). Bu nedenle, bitkiler üzerinde tuzluluk stresinin zararlı etkilerinin iyileştirilmesi için metot ve stratejilerin geliştirilmesi büyük bir ilgi görmüştür (Vazirimehr ve ark., 2015).

Potasyum, negatif yüklü anyonları dengeleyici özelliğe sahip, mutlak gerekli bir besin elementi olup bitkilerde en fazla bulunan katyondur. Potasyum, bitkiler için hayati birçok fonksiyonun düzenlenmesinde önemli işlevlere sahip olup; enzim aktivitesinden, asimilat ürünlerinin ve bitki besin maddelerinin taşınımına, bitkinin protein kapsamını arttırmaya kadar birçok işlevde görev alır. Potasyum, 50'den fazla enzimi aktive eder ve tRNA'yı ribozomlara bağladığı için protein sentezinde gerekli bir elementtir. Potasyum iyonları pH'yı, osmotik potansiyeli ve hücre içi turgor basıncını dengeler. Dahası, K iyonları tuz stresi altındaki bitki hücrelerinde osmotik ayarlamaya katkıda bulunur. Bitki hücreleri, hücreler arası ortamda bulunan K'un alımında düşük ve yüksek ilişkili taşıyıcılardan yararlanırlar. Potasyum bitkilerde vegetatif gelişimi destekler, bitki toprak üstü aksamında dikliği sağlayarak yatmayı önler, çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırır ve erkenciliği sağlamak gibi sayısız etkilerde bulunur. Bitkinin su dengesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan K'un eksikliği durumunda bitki dokularındaki su miktarı da azalmaktadır. K, genç bitki dokularındaki hücre büyümesi ve turgor oluşumunda önemli rol oynar. K noksanlığı yaşayan bitkilerde, turgor basıncı düşer ve bitki dokularında ve hücre organellerinde anormal gelişmeler görülür (Kacar ve Katkat, 2006). Tuz oranı yüksek

olan toprakların toprak su potansiyeli düşük olduğundan bu tip topraklardaki bitkiler var olan sudan daha az yararlanabilmektedir (Taban ve Katkat, 2000).

Tuzlu şartlarda yetiştirilen bitki köklerinin Na ile (özellikle K ve Ca gibi diğer katyonlarla rekabete girmesinden dolayı) Na/K ve Na/Ca dengesi hızla bozulmakta ve bu elementlerin alınımı ve taşınımı azalmaktadır. K eksikliği yaşanmasına neden olan bu durum karşısında dışarıdan potasyum takviyesi sağlıklı bir bitki gelişimi için şarttır. Bitkilerde Na toksisitesi birçok olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bunlar, hayati enzimlerin (özellikle antioksidan enzimlerin) azalması (Murguia ve ark.,1995), osmotik stres nedeniyle bitkide su alınımının kısıtlanması (Tarczynski ve ark., 1993) ve genellikle Na-K rekabeti nedeniyle K noksanlığına sebep olması şeklinde sıralanabilir (Kaya ve ark., 2002). Na birikimi, protein sentezinin bozulmasına neden olabilecek önemli bir sebep olarak görülmektedir (Parvaiz ve Satyawati, 2008). Sitoplazmadaki yüksek Na birçok enzimatik oluşuma zarar verir. Potasyum, bitkinin tuz ve su stresine karşı koyabilme yeteneğini ve toleransını arttırmaktadır. Bu element bitkide yeterli düzeylerde ise transpirasyon kontrol altına alınmaktadır. Stomaların açılış ve kapanış hareketleri de özelleşmiş stoma hücrelerindeki K miktarı ile doğrusal bir ilişki göstermektedir. Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi altındaki mısır bitkisinde, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve potasyum (K) uygulamalarının membran geçirgenliği ve oransal su içeriği üzerine olumlu etki yaptığını ve tuzun olumsuz etkisinin azaldığını bildirmişlerdir.

Hormonlar, bitki büyüme ve savunmasını düzenleyen önemli sinyal moleküleridir. Hormonların sentezi, homeostazi ve sinyal iletiminin basamakları hala tam olarak keşfedilememiştir. Abiyotik strese toleransı bulmanın anahtarı, bitkinin gelişimini sürdürmesi veya baskılama kapasitesini anlamaktır. Çoğu bitki hormonu gelişme üzerinde önemli rollere sahiptir ve bu durum abiyotik strese karşı tepkileriyle ilişkilendirilmiştir (Maraklı ve Gözükırmızı, 2016). Son yıllarda, tuzluluğun olumsuz etkilerini minimuma indirmek ve bitkilerin toleransını arttırmak için geleneksel melezleme çalışmalarının yanı sıra bitki büyüme düzenleyicilerinin dışsal uygulaması ve transgenik bitki kullanımı gibi farklı stratejiler de geliştirilmiştir (Houimli ve ark., 2008). Stres koşulları altındaki bitkilerin tepkilerini iyileştirmek amacıyla

fitohormonların farklı tiplerinin kullanımı, bitkilerin strese dayanıklılık kazanmasını sağlayan uygulamalar arasındadır (Senaratna ve ark., 2000). Ayrıca, ozmoprotektanlar, sinyal molekülleri, poliaminler, antioksidanlar ve çeşitli iz elementler gibi dışsal koruyucularda, bitkilerde tuz kaynaklı hasarların etkisini azaltmada etkin bulunmuştur. Bu koruyucuların bitkinin gelişim ve verim kapasitesini arttırmasının yanı sıra, tuzlu koşullarda strese toleransı arttırdığı da görülmüştür (Hasanuzzaman ve ark., 2011).

Son yıllarda keşfedilen yeni bir sınıf bitki hormonu olan brassinosteoroidler, bitki büyüme ve gelişmesini düzenleyen bir grup hormondur (Kaplan ve Gökbayrak, 2012). Birçok bitki türünde farklı fizyolojik olaylarda rol oynadıklarından dolayı bitki büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilen brassinosteroidlerin, 1979 yılında *Brassica napus* L. (kolza) bitkisinin polenlerinden izole edildiği bildirilmiştir (Grove ve ark., 1979). Daha sonraki yıllarda brassinosteroidler birçok türün polenlerinde tespit edilmiştir (Taylor ve ark., 1993). Tüm bitki kısımlarında biyosentezi gerçekleştirilebilen 40'dan fazla brassinostreroid tanımlanmış ve karekterize edilmiştir. Brassinostreroid, bitkilerde polen, tohum, çiçek, yaprak, kök ve gövde gibi vejetatif sürgünler dahil, çeşitli bitki dokularında bulunmaktadır (Surgun ve ark., 2012). Brassinosteroidlerin generatif büyüme, erkek organ ve polen özellikleri üzerine bazı etkileri saptanmıştır (Kang ve Guo, 2011). Brassinosteroidler, çok düşük konsantrasyonlarda dahi etki gösterirler. Endojen BR düzeyleri, bitki dokuları ve kısımları arasında farklılık gösterebilmektedir. Bitkide, gelişmekte olan dokular olgun dokulara göre daha fazla konsantrasyonlarda brassinosteroid içerirler. Polen ve genç tohum zengin brassinosteroid kaynağıdır. Yapraklar ve sürgünler düşük konsantrasyonlarda brassinosteroid içerirler. Brassinosteroidler, bitkilerin bünyesinde düşük düzeyde meydana gelirler, büyüyen genç dokularda hücrenin bölünmesi, büyümesi ve farklılaşması gibi gelişimsel olayların geniş bir aralığında, fotomorfogenesiste, üreme olaylarında, yaprak olgunlaşmasında, yaşlanmasında ve aynı zamanda strese tepkilerde önemli roller oynayarak bitkilerin abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığını artırırlar. Brassinosteroidler, polen tüpü büyümesi, vasküler farklılaşma, yaprak eğilme ve kıvrılması (elastikiyet), kök uzamasını engelleme, etilen biyosentezini başlatma, proton pompa aktivasyonu, gen

ekspresyonunun düzenlenmesi, nükleik asit ile protein sentezi ve fotosentez gibi çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal işlemlerde kritik rol oynamaktadırlar (Clouse ve Sasse, 1998; Steber ve McCourt, 2001; Sasse, 2003; Yu ve ark., 2004; Pereira-Netto ve ark., 2006; Pereira-Netto ve ark., 2009). Rao ve ark. (2002) brassinosteroidlerin, tohum çimlenmesi, kök gelişimi, çiçeklenme, yaşlanma, kopma ve olgunlaşma gibi bazı gelişim parametreleri üzerinde etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. BRs'ler genel olarak bitki büyüme ve gelişmesinde bir dizi roller alır, tohum çimlenmesi esnasında hücre döngüsünü aktive edebilir (Zadvornova ve ark., 2005), hücre döngüsünün ilerlemesini kontrol edebilir, hidroponik büyüyen bitkilerde abartılı büyümeyi teşvik edebilir (Arteca ve Arteca, 2001) ve yaprak hücrelerinin çoğalmasını kontrol edebilirler (Nakaya ve ark., 2002). Buna ek olarak, kaynaklarda BRs'lerin patates yumrularında apikal meristemde gelişim arttırıcı etkilerinin olduğuna dair bilgilerde bulunmaktadır (Meudt ve ark., 1983). Brassinosteroidler, yaprak absisyonunu geciktirirler, iletim demetlerinin (ksilem) farklılaşmasında rol alırlar, absisik asidin engelleyici etkisini yok ederek, tohum çimlenmesini teşvik edebilirler. Brassinolidler bitkinin içinde bulunduğu gelişim dönemine bağlı olarak farklı etkilerde bulunabilirler. BR'ler, bitki gövde uzamasında oldukça etkili olan hormonlardır. Bazı bodur mutant bitkilere dışsal olarak uygulanan BR gövde uzamasını önemli derecede arttırmaktadır (Clouse, 2009; Baktır, 2010).

Brassinosteroidler, optimum şartlarda yetiştirilen bitkilere göre stres altında yetiştirilen bitkilerde daha etkilidirler. Bitki gelişimindeki rollerine ek olarak, BR uygulaması ile bitkilerin, sıcaklık, (Dhaubhadel ve ark., 1999, 2002; Mazorra ve ark., 2002; Bajguz 2009) tuzluluk, (Ali ve ark., 2008; Hayat ve ark., 2010) kuraklık, (Yuan ve ark., 2010; Li ve ark., 2012a) donma, (Huang ve ark., 2006; Qu ve ark., 2011) ve besin elementlerini de içine alan (Hayat ve ark., 2007; Ali ve ark., 2008; Choudhary ve ark., 2010) çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık sağladığı belirlenmiştir.

Dışsal BR uygulamalarının, olumsuz şartlardaki bitkilerde strese toleransı ve verimliliği arttırdığı, stres koşulları altında dahi protein sentezinin sürdürüldüğü, antioksidan enzimlerin aktiviteleri ile osmotik koruyucuların birikiminin arttığı ve

fotosentetik aktivitenin yükseldiği belirlenmiştir. BR'lerin, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırmanın yanı sıra meyve dökümlerini azaltıp, verimi, çimlenmeyi ve kök büyümesini ise arttırarak bitki gelişimi üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu bildirilmiştir (Rao ve ark., 2002).

BR'ler, bitkilere yaşam döngülerinin farklı zamanlarında; vegetatif gelişim (Vardhini ve Rao, 1998), çiçeklenme (Vardhini, 2012; Vardhini, 2013), mayoz, (Saka ve ark., 2003), dane dolum (Vardhini, 2012a), antesis aşamaları (Liu ve ark., 2006) gibi farklı dönemlerinde, yaprağa (Vardhini ve ark., 2008), tohuma (Zhang ve ark., 2007; Kartal ve ark., 2009), köke (Shang ve ark., 2006; Song ve ark., 2006) veya da tüm bitkiye püskürtme (Hayat ve ark., 2010a) şeklinde uygulanabilirler. Yapılan çalışmalar BR'lerin uyardığı birçok genin olduğunu ve tanımlanan bu genlerin çoğunun işlevinin bitki büyümesi ve gelişimi ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. BR'lerin etkilerinin moleküler temelinin anlaşılmasında başarı kaydedilmesine rağmen, BR sinyalinin hücre yüzeyinden sitoplazmaya nasıl geçtiği ve yüzlerce stres cevap genlerinin ekspresyonunu nasıl regüle ettiği, bitki stres yanıtları ve kontrol mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bitkide benzer fizyolojik görevler yapan farklı bitki hormonları, hormon sentezi seviyesi, sinyal iletimi ya da gen ekspresyonu esnasında birbirleriyle etkileşim halindedirler. BR'lerin de diğer hormonlarla beraber bitkinin strese verdiği yanıtı dengelediği düşünülmektedir (Divi ve ark., 2010).

Ülkemiz, nar yetiştiriciliğinde dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olması nedeniyle narın milli gelire olan katkısı önemlidir. Ancak nar üzerinde yapılan çalışmaların daha fazla yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Tuzluluk problemi, bölgemizde nar yetiştiriciliği yapılan alanlarda sorun oluşturabilecek düzeyde olup, bilinçsiz uygulamalar sonucunda tuzluluk sorunu ile karşı karşıya kalacak alanların artma ihtimalinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde son yıllarda nar dikim alanlarında önemli artışların olduğu gözlenmiş ve yine son yıllarda Harran Ovası'nda bilinçsiz sulama nedeniyle tuzluluk ciddi bir tehdit olarak görülmeye başlamıştır. Şanlıurfa'nın, Hicaznar gibi yüksek verimli, nakliye ve depolamaya uygun çeşitlerin yetiştiriciliğine uygun bir il olması,

geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan narın insan sağlığına olan faydası konusunda tüketicilerin bilinçlenmeleri, dünyada ve ülkemizde nara ilginin artmasına ve tüketiminin hızla yükselmesine neden olmuştur. Bu çalışma, tuzluluğun zararlı etkilerini azaltıcı uygulamalar ile ülkemizde tuzluluk problemi bulunan alanlarda etkin bir yetiştiricilik yapabilmek, tuz içeriği yüksek sulama sularının tarımsal alanda kullanılma olanaklarını belirlemek, yüksek verim ve kalitede nar yetiştiriciliği ve üretim olanaklarını ortaya koyabilmek amacıyla planlanmıştır. Çalışmada önemli bir nar yetiştiricilik potansiyeline sahip olan bölgemizde, göz ardı edilemeyecek seviyelere ulaşan tuzluluk probleminin olduğu alanlarda, sürdürülebilir bir yetiştiricilik imkânı sağlayarak, sınırlayıcı faktörlerin önüne geçilebilecek yöntem ve olası çözüm olanakları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, tuzluluk stresi altındaki nar fidanlarına ilave potasyum gübrelemesiyle beraber dışsal brassinosteroid uygulaması yapılarak bunların, bazı bitki gelişim parametreleri, vejetatif ve fizyokimyasal özellikler ile yaprak ve köklerdeki bazı bitki besin element içerikleri üzerindeki olası etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1.Tuzluluk ile İlgili Çalışmalar

Abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuz stresi tüm dünyada bitkisel üretimi kısıtlayan en önemli stres faktörlerinden biridir. Tuzluluk, toprakta meydana getirdiği osmotik etki, anyon-katyon dengesizliği ya da iyonik toksisite gibi nedenlerle bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinden yeterince faydalanamamasına, akabinde gerek bitki beslenmesi ve gerekse de ürün kalitesi üzerinde kayıpların yaşanmasına sebep olabilmektedir. Bu durum bitkilerde fotosentetik aktivite üzerinde olumsuz etkiler yaparak büyüme hızını azaltabilmektedir. Aşağıda, dünya genelinde birçok araştırmacının tür ve çeşitlerin tuz toleranslarına ilişkin çalışmalarının yanı sıra tuz stresi altındaki bitkilerde meydana gelen bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler ile ilgili bulgular özetlenmeye çalışılmıştır.

Doring ve Ludders (1986), nar yapraklarındaki Na ve Cl konsantrasyonlarının besin çözeltisindeki NaCl konsantrasyonunun artmasıyla arttığını ve en yüksek Na ve Cl konsantrasyonunun sırasıyla kök ve yapraklarda olduğunu gözlemlemişlerdir.

Dasberg ve ark. (1991), Shamouti portakalında 6 yıllık bir tuzluluktan sonra meydana gelen verimdeki azalmanın osmotik stresten kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Awang ve ark. (1993a), Rapella çilek çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, tuzluluğun meyve gelişim parametreleri ve bazı kalite kriterleri üzerine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırıcılar, kontrollü koşullar altında kaya-yünü kullanarak yürüttükleri çalışmada tuzluluk artışı ile beraber (2.5'den-8.5 mS cm^{-1}'e) verimde azalmaların olduğunu, bunun tuzluluk sebebiyle bitkinin su ve besin maddesinden yeteri kadar faydalanamamasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Charbaji ve Ayyoubi (2004), 4 farklı asma çeşidinin (Ashlamesh, Helwani, Kassofee ve Khoudeiry) tuza olan duyarlılıklarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, köklendirilen asma fidanlarına 30 gün boyunca (0, 10, 20, 30, 40, 80, 120

ve 150 mM NaCl) 8 farklı düzeydeki tuz dozu ile muamele etmişlerdir. Düşük seviyelerdeki tuzluluğun bazı çeşitlerde sürgün uzunluğu ve yaprak ayası üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu, Kassofee çeşidi hariç tüm çeşitlerde 150 mM tuz seviyesinde sürgün uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir. 80 mM ve daha yüksek tuz konsantrasyonlarında tüm çeşitlerin klorofil miktarlarında ve kök sayılarında azalış olduğunu, 30 mM NaCl uygulamasının Kassofee çeşidinde kök sayısını arttırdığını belirtmişlerdir.

Demiral (2005), iki zeytin çeşidi (Leccino ve Barnea) üzerinde yaptığı çalışmada artan tuzluluk (4, 8 ve 12 dS m^{-1}) seviyelerinin bitki gelişimini engellediğini ancak, Barnea çeşidinin bu durumdan daha fazla etkilenirken Laccino'nun istatistiksel olarak etkilenmediğini bildirmiştir. Bitkilerin ince-kalın kök, gövde ve yapraklarında yapılan analizlerde çeşitlerin, ince kökleriyle benzer miktarlarda NaCl aldıkları, ancak yapraklara farklı seviyelerde ilettiklerini saptamıştır. Tuzluluğun bitki dokularındaki K, Ca ve Mg içeriklerini azaltırken, Na/K oranının arttığını, *Olea europaea* L. çeşitlerinin kök sistemlerinin ortamda mevcut bulunan tuzdan kendini koruyabilme kapasitesinin olabileceğini bildirmiştir.

Turhan ve ark. (2005), Marmara ve Ege Bölgeleri'nde yaygın olarak kullanılan 1103P, 420A ve 5BB Amerikan asma anaçlarının tuz stresine toleranslarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, çeliklere dikimden 1 ay sonra (bitkilerin 2-3 gerçek yapraklı olduğu dönemde) 5 farklı dozdaki tuz konsantrasyonu (0, 5 000, 10 000, 15 000, 20 000 mg l^{-1} NaCl) ile muamele etmişler ve tuz uygulamasını 50 gün sürdürmüşlerdir. Deneme sonunda, tuz stresine en dayanıklı anacın 5BB olduğu ve bunu sırasıyla 1103P ve 420A anaçlarının izlediği, en dayanıksız anacın ise 420A olduğu bildirilmiştir.

Hepaksoy ve ark. (2006), İsrail'de Cabernet Sauvignon (Rugerri ve Salt Creek anaçları üzerine aşılı) asma çeşidinde artan tuz konsantrasyonuna (1.8, 3.3 ve 4.8 dS m^{-1}) sahip sulama suyundaki tuzluluğun bitki besin elementi, verim ve kalite üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırıcılar, nisbi sodyum birikimini ifade eden Na/K oranının yüksek tuzluluk altında hızla artarken, düşük tuzlulukta artışın daha

yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Bir meyve suyu kalite kriteri olan pH'nın, tuz uygulaması ile düşerken, tuzsuz uygulamada daha yüksek değerler verdiği, tuzlu koşullar altında SÇKM/asitlik oranının özellikle Ruggeri anacında orta dereceli bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, tuzlu su kullanımının meyve kalitesini iyileştirebileceği, Ruggeri anacının verim ve kalite açısından tuzluluktan, Salt Creek anacına göre daha az etkilendiği, gelişim periyodu süresince yaprak ayası ve sapındaki Na miktarındaki artışın toksik iyon birikimini gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Müftüoğlu ve ark. (2006), Amasya, Cardinal, Italia ve Yalova İncisi üzüm çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada 5 farklı tuzluluk seviyesinin (0, 5 000, 10 000, 15 000, 20 000 mg L^{-1}) bazı bitki gelişim parametreleri üzerine olan etkilerini ve çeşitler arasındaki farklılıkları ortaya koymayı amaçlamışlardır. İncelenen tüm parametreler ışığında (kök yaş-kuru ağırlığı, sürgün yaş-kuru ağırlığı, kök-sürgün su içeriği, bitki yaş-kuru ağırlığı, bitki-kalem su içeriği, sürgün uzunluğu, boğum ve yaprak sayısı) en yüksek konsantrasyonlarda dahi tuza en dayanıklı çeşidin Amasya üzüm çeşidi olduğu ve bunu Cardinal, Italia ve Yalova İncisi çeşitlerinin takip ettiği bildirilmiştir.

Naeini ve ark. (2006), İran da 'Alak Torsh', 'Malas Torsh' ve 'Malas Shirin' isimli 3 ticari nar çeşidinde, 4 farklı tuzluluk (0, 40, 80 ve 120 mM NaCl) seviyesinin yaprak ve köklerde klor, sodyum ve potasyum dağılımı ile sürgün gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. 'Malas Torsh' ve 'Alak Torsh' çeşitlerinde tuzluluğun artması gövde uzunluğu, boğum arası uzunluğu ve sayısı ile yaprak yüzeyini azaltırken, 'Malas Shirin' çeşidinde tuzluluğun 40 mM'ye kadar yükselmesinin bitki gelişim oranını arttırdığı, 40 mM'ın üzerinde ise azalttığı bildirilmiştir. Tuzluluk seviyesinin artışı ile dokulardaki Na ve Cl konsantrasyonu artarken, K/Na oranının azaldığı, üç çeşidinde kök, tepe ve alt yapraklarının Na, Cl, ve K konsantrasyonlarında önemli bir farklılığın gözlenmediği belirtilmiştir. Araştırıcılar, 'Malas Shirin' çeşidinin 'Alak Torsh' ve 'Malas Torsh' çeşitleri ile karşılaştırıldığında tuzlu koşullar altında daha iyi bir gelişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kasırga (2009), Gemlik zeytin çeşidinde 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m^{-1} olmak üzere 3 farklı tuzluluk düzeyini kullandığı çalışmasında, tuzluluğun kök ve yaprak kuru madde miktarını azaltırken, toplam taze ağırlıkta, gövdede ve toprak altı gövdede önemli bir değişime sebep olmadığını bildirmiştir. Tuzluluğun bitki bünyesindeki K, Ca, P, Mn, Zn, B içeriğini düşürdüğü, N içeriğinin değişmediği ve Mg içeriğini ise arttırdığı bildirilmiştir. Araştırıcı, bitki dokularındaki K/Na ve K+Ca+Mg/Na oranlarının önemli düzeyde azaldığını saptamıştır. Sonuç olarak, denemede kullanılan Gemlik zeytin çeşidine ait bitkilerin artan tuzluluk şartları altında Na ve Cl'un büyük kısmını kök ve gövdede depolayarak fotosentetik organlar olan yaprakları tuzun olumsuz etkilerinden korumaya çalıştığını bildirmiştir.

Şahin (2009), 8 farklı Amerikan asma anacı (41B, 99R, 110R, 1103P, 140Ru, SO4, 1616C ve 5BB) üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin tuzluluğa ve bor toksisitesine tolerans mekanizmasını araştırdığı çalışmasında bitkilere 25 ve 50 mM tuzu 20 mg kg^{-1} bor ile birlikte ve ayrı uygulamıştır. Araştırıcı, tuz uygulamasının tüm bitkilerin, tuz ve bor uygulamalarının ise 99R hariç tüm bitkilerin stoma direncini arttırdığını, en düşük nisbi nem değerlerinin düşük tuz ve bor uygulamasındaki bitkilerde görülürken bunu yüksek tuz ve bor uygulamasının izlediğini bildirmiştir. Tuz uygulamasının 41B, düşük tuz ve bor uygulamasının 1103P ve SO4, yüksek tuz ve bor uygulamasının ise 99R ve 5BB anaçlarında klorofil miktarlarını azalttığı, tüm stres uygulamalarının genel olarak prolin miktarını artırdığı bildirilmiştir. Düşük tuz ve bor uygulamasında 1616C ve 110R, yüksek tuz uygulamasında 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında; tuz ve tuzla birlikte bor uygulamasının bitkilerin H_2O_2 konsantrasyonu ve lipit peroksidasyonun da artışların olduğu bildirilmiştir. En fazla Na birikimi 140Ru, 1103P ve SO4 anaçlarında, en fazla Cl içeriği ise 41B ve SO4 anaçlarında görülmüştür. Araştırıcı, Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin tuz ve tuzla birlikte B toksisitesine olan toleransının büyük oranda üzerinde aşılı olduğu anaca bağlı olduğunu, tuz ve bor toksisitesine dayanıklılık açısından 1103P, 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz çeşidinin diğer anaçlar üzerine aşılı olanlardan daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

Ardakani-Okhovatian ve ark. (2010), 10 farklı nar çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada 4, 7, ve 10 dS m^{-1} olmak üzere 3 farklı tuzluluk seviyesini kullanmışlardır. Araştırıcılar, en iyi gelişmenin sırasıyla Voshike-e-Saravan ve Tab-o-Larz çeşitlerinde 4 ve 7 dS m^{-1} tuzluluk seviyesinde olduğunu, ayrıca Voshike-e-Saravan çeşidinin yapraklarındaki nekroz ve kloroz oluşumunun minimum düzeyde kalarak, her 3 tuz seviyesinde de en fazla hayatta kalma yüzdesine sahip çeşit olduğunu bildirmişlerdir. Toplam Na ve Cl'un en yüksek değerini, Zagh ve Voshike-e-Saravan çeşitlerinin sürgün ve yapraklarında 10 dS m^{-1} tuzluluk seviyesinde belirlemişlerdir. Araştırıcılar kullanılan çeşitler arasında Voshike-e-Saravan'ın tuzluluğa dayanımı en yüksek olan çeşit olduğunu, Malas-e-Yazdi ve Tab-o-Larz çeşitlerinin tuzluluğa 2. derecede dayanıklı olup tuzlu alanlara dikilebileceklerini, Gabri, Malas-e-Esfahani ve Khafri-e-Jahrom çeşitlerinin ise en düşük tuzluluğa karşı bile çok hassas 3 çeşit olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar ve birçok araştırmacı (Tattini ve ark.,1994; Naeini ve ark., 2006; Neocleous ve Vasilakakis, 2007; Khoshgoftarmanesh ve Naeini, 2008) artan tuzluluk seviyesinin bitki dokularındaki Na ve Cl nihai konsantrasyonunu arttıracağını, bununla birlikte, yaprak dokusundaki bu yüksek Cl ve Na konsantrasyonunun, bitkilere verdiği zararın klorofil kaybı ile kendini açıkça ortaya koyduğunu bildirmişlerdir.

Üras ve Sönmez (2010), farklı tekstürlerde yetiştirilen biber bitkisine uygulanan farklı düzeylerdeki tuzlu sulama suyunun verim ve bazı kalite kriterleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada kil, kum ve killi tın bünyeli topraklara, NaCl ilave edilerek 0.7, 1, 2 ve 3 dS m^{-1} EC'lerinde sulama suları hazırlamış ve uygulamışlardır. Deneme sonunda vitamin C, toplam klorofil ve K/Na oranı üzerine EC uygulamalarının, tekstürlerin ve EC*tekstür interaksiyonunun etkilerinin önemli bulunduğunu, tüm toprak tekstürlerinde artan EC'nin, vitamin C'yi arttırıp, toplam klorofil ve K/Na oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Süyüm (2011), 65 farklı karpuz genotipinin tuzluluk (200 mM) ve kuraklık şartlarına olan toleranslarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, bitki boyu, yaprak sayısı, yeşil aksam, kök yaş ve kuru ağırlıklarının tuz stresi altında daha fazla azalma gösterdiğini bildirmiştir. Her iki stres koşulunda da klorofil içeriği artış, yaprak alanı

ve yaprak oransal su içeriğinin ise düşüş gösterdiğini, ancak tuz stresi altındaki bitkilerin daha fazla etkilendiğini bildirmiştir.

Akça ve Samsunlu (2012), 1 yaşındaki 3 farklı ceviz çeşidi fidanlarında (Bilecik, Kaman 1 ve Kaman 5) sulama suyu tuzluluğunun (EC=0.3 (kontrol), 1.5-3-5 dS m^{-1}) büyüme, klorofil içeriği, prolin ve bitki besin element içerikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırıcılar, tuzluluk koşullarında yaprağın sodyum, klor, prolin, K/Na ve Ca/Na oranlarının arttığını, bitki büyümesi, klorofil a ve klorofil b içeriklerinin ise azaldığını, yaprak oransal su içeriği üzerinde ise önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çeşitler arasında taze ve kuru sürgün ağırlığı ile kök ağırlıklarında önemli farklılıkların olduğu, ancak klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, prolin birikimi ve yaprak nispi su içeriği arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Karimi ve Hasanpour (2014), nar bitkisi yapraklarının mikro besin element içerikleri ve gelişimi üzerine su (2, 4 ve 6 günde bir olmak üzere) ve tuzluluk (0, 30 ve 60 mM) stresinin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Rabab ve Shishegap nar çeşitlerini kullanmışlardır. Araştırıcılar, tuzluluk ve kuraklık stresinin Na, K, Cl, Ca, Mg ve P gibi elementlerin konsantrasyonunu ve dağılımını etkilediğini, tuzluluk artışı ile sürgün ve köklerdeki Na, Cl ve K konsantrasyonunun, kuraklık uygulaması ile ise sürgünlerdeki Cl, Na ve Mg konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. İki çeşidin de element konsantrasyonları açısından önemli farklılıklar gösterdiğini, en fazla Na ve Cl birikiminin Rabab çeşidinde, en fazla K emiliminin ise Shishegap çeşidinde olduğunu saptamışlardır. Shishegap çeşidinin, düzgün bir vegetatif gelişim göstermesi, sürgünlerine daha az Cl ve daha fazla K taşıması nedeniyle, Rabab çeşidine oranla tuzluluğa daha fazla toleranslı bir çeşit olduğunu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Khayyat ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada ‘Malas-e-Saveh’ (Malas) ve ‘Shishe-Kab’ (Shishe) nar çeşitlerinin farklı tuz içeriği ve elektriksel iletkenlik (1.05, 4.61 ve 7.46 dS m^{-1}) değerlerine sahip sulama suyuna karşı fizyolojik tepkisini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan ölçümlerde her iki çeşitte de tuzluluk ile beraber

gövde uzunluğu, nisbi su içeriği, yaprak alanı, toplam klorofil, karbonhidrat birikimi ve stoma iletkenliğinin azaldığı, fakat prolin birikimi ve iyon kaçağının ise arttığı bildirilmiştir. Araştırıcılar, her iki çeşitte de en yüksek yaprak alanı değerinin 4.61 dS m^{-1} de görüldüğünü, tuzluluktan en fazla Shishe çeşidinin etkilendiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk artışı ile her iki çeşitte de klorofil floresan parametrelerinin zayıfladığı, ancak Shishe çeşidindeki azalmanın daha şiddetli olduğu belirtilmiştir. Araştırıcılar tuz uygulamasının yaprak oransal su içeriğini azalttığını, en düşük değerlerin 4.61 dS m^{-1} konusundan alındığını bildirmişlerdir. Her iki çeşitte de tuzluluk artışı ile yapraklardaki K/Na oranının azaldığı, Malas çeşidinin yapraklarındaki Cl birikiminin arttığı, Shishe çeşidinin yapraklarındakinin ise azaldığı bildirilmiştir. Genel olarak daha fazla sodyumun sürgünlerde ve daha fazla klorun ise yapraklarda biriktiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, NaCl'ün osmotik etkisinden Malas çeşidinin Shishe çeşidine göre daha az etkilendiğini ancak, Shishe çeşidinin yapraklara Na taşınımını Malas çeşidinden daha iyi idare ettiğini böylece, iyon alımına bağlı olarak, Shishe çeşidinin tuzluluk stresine karşı daha toleranslı olabileceğini bildirmişlerdir.

Küçükyumuk ve ark. (2014), farklı tuz içeriğine sahip sulama sularının, kuş kirazı (*Prunus avium* L.) ve mahlep (*Prunus mahaleb* L.) anaçları üzerine aşılı 1 yaşındaki 0900 Ziraat kiraz çeşidinin bazı vejetatif gelişim parametreleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırıcılar denemede 4 farklı tuz içeriğine sahip sulama suyu (T1=0.3 dS m^{-1}, T2=2.0 dS m^{-1}, T3=4.0 dS m^{-1} ve T4=6.0 dS m^{-1}) kullanmıştır. Araştırıcılar, tuz stresinin kiraz fidanlarının vejetatif gelişimini yavaşlattığını, kuş kirazı anaçlı fidanların sulama suyu tuzluluğuna mahlep anaçlı fidanlardan daha hassas olduğunu ve tuz içeriği yüksek sulama suyuna sahip kiraz yetiştiriciliği yapılan bölgelerde anaç olarak mahlep anacının kullanılmasının önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Şafak (2014), İzmir 10, İzmir 23, İzmir 26, İzmir 1513, Hicaznar (07 N 08) ve Silifke Aşısı (33 N 16) nar çeşitlerinde farklı tuz seviyelerinin (0-750-1500-3000-6000 ppm) gelişim üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, kullanılan tuz dozlarının çeşitlerin fidan gelişimi üzerine önemli bir etkide bulunmadığını ancak, 6000 ppm dozunda fidan gelişim parametrelerinde gerileme başladığını bildirmiştir.

Üzal ve Yıldız (2014), 9 farklı çilek çeşidinin tuzluluğa gösterecekleri dayanım mekanizmasını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, tuz uygulamasının tüm çeşitlerde yaprak Na ve Cl içeriğini arttırdığını tuzdan kaynaklanan semptomları daha fazla taşıyan çeşitlerde bu oranların daha da yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Tüm çeşitlerde 10. günde yaprak K konsantrasyonları artış gösterirken, 20. günde bazı çeşitlerde Na iyonunun fazla alınması nedeniyle rekabet halinde olduğu K iyonunun alımında azalmalar görüldüğü belirtilmiştir. Araştırıcılar gerek Ca birikimi gerekse Ca/Na oranı ile tuzdan kaynaklanan zararlanma arasında anlamlı bir ilişki bulunamadığını bildirmişlerdir.

Ilci ve ark. (2016), Uzun ve Siirt çeşitlerine ait fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 farklı tuzluluk seviyesinin bitkilerin bazı vegetatif ve fizyolojik parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırıcılar, tuzluluğun yaprak alanı ve stoma sayısı üzerinde negatif etkilerde bulunduğunu, ancak bu etkilerin önem durumunun çeşitlere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Tuzluluğun her iki çeşitte de gövde uzunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı, ancak Uzun çeşidinde gövde çapı üzerindeki etkisinin önemli bulunduğu belirtilmiştir. Belirli bir düzeyin üzerindeki tuzluluğun, her iki çeşitte de gövde-kök yaş ve kuru ağırlıkları ile kök uzunluğu üzerinde olumsuz etkilerde bulunduğunu saptamışlardır. Araştırıcılar, tuzluluğun bitki gelişim parametreleri ile yaprak oransal su içeriği, elektriksel iletkenlik ve klorofil içeriği üzerindeki etkilerine bağlı olarak Siirt çeşidinin, Uzun çeşidine oranla tuzluluk stresi altında daha yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Aras (2018), farklı kiraz anaçlarının (MaxMa 14, CAB-6P ve kuş kirazı) ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz çeşidinin tuz stresine verdiği fizyolojik ve moleküler tepkileri belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında bitkileri 35 mM NaCl çözeltisine maruz bırakmıştır. Araştırıcı, anaç çapı açısından 1 aylık tuz uygulaması sonucunda kuş kirazının en az etkilenen, 1 ve 4 aylık tuz uygulamalarında ise CAP-6P'nin en fazla etkilenen ve büyüme kaybı en fazla olan anaç olduğunu bildirmiştir. Tuz stresi altındaki fidanlarda en fazla büyüme kaybının 0900/CAB-6P fidanında olduğunu belirtmiştir. 1 aylık tuz uygulamasının yaprak yanıklığına sebep olmazken, klorofil

değerlerinde kayıpların olduğunu, stoma iletkenliğinde en fazla kaybın 0900/kuş kirazı bitkisinde, membran geçirgenliğinde ise en fazla artışın MaxMa 14 anacında olduğunu bildirmiştir. Stoma iletkenliğindeki azalma, tuz stresinin sebep olduğu su stresinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Gucci ve ark., 1997). Araştırıcı, dört aylık tuz stresi sonucunda YNSİ'de çok fazla kayıp olmadığını ve en fazla azalışın 0900/CAB-6P ve CAB-6P bitkilerinde olduğunu bildirmiştir. Moleküler tepkiler açısından ise tuz uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine kıyasla 3 genin de (WRKY25, WRKY33 ve WRKY38) ifade seviyesinin arttığı, bunların sırasıyla en çok kuş kirazı, CAB-6P ve MaxMa 14 anacı şeklinde olduğu belirtilmiştir. Tuz uygulanan bitkiler kontrol grubu bitkileriyle karşılaştırıldığında, WRKY25 gen ifadesinde en fazla artışın tuz uygulanan kuş kirazı ve MaxMa 14 anaçlarında olduğunu saptamıştır. Araştırıcı, kiraz anaç ve fidanlarının kısa süreli tuz stresine çok hassas olmadığını bildirmiştir.

Açar ve ark. (2019), tuzluluğa dayanımı ve bitki büyümesini arttıran Rizobakterilerin (BBAR) *Pistacia* türlerinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitkilerin bir kısmına Rizobakteri uyguladıktan sonra 3 farklı tuzluluk seviyesine tabi tutarken, bir kısmına ise yalnızca tuz uygulaması yapmışlardır. Sulama suyundaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla çöğürlerin vegetatif ve fizyolojik özelliklerinin olumsuz etkilendiğini, ancak Rizobakteri kullanımının tuz stresi altındaki bitkilerde olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluğun yaprak sayısını, alanını, gövde çapını, gövde yaş ve kuru ağırlıklarını, kök uzunluğunu, kök yaş ağırlığını azaltırken, BBAR uygulamasının olumlu etkide bulunduğu bildirilmiştir. Tuzluluk ile gövde uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve yaprakların alt yüzeyindeki stoma sayısı olumsuz etkilenirken, BBAR uygulamasının bu özellikler üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Tuzluluğun yaprak nisbi su içeriğini arttırırken, klorofil içeriğini düşürdüğü, BBAR uygulamasının her ikisi üzerinde de olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmiştir. Tuz uygulamasının yaprakların Ca, K ve Mg içeriklerini düşürürken, Na içeriğinin artmasına sebep olduğu, ancak BBAR uygulamasının Ca, K ve Mg içeriğini arttırıp, Na içeriğini düşürerek olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmiştir. Stoma iletkenliğinin tuzluluktan olumsuz etkilendiğini, fakat BBAR uygulamasının stoma iletkenliğini arttırdığını saptamışlardır.

2.2.Tuzluluk ve Potasyumun İyileştirici Etkisi ile İlgili Çalışmalar

Birçok ürünün bitki besleme sürecinde, potasyumlu gübre kullanımının sodyum kaynaklı; nitratlı gübre kullanımının ise, klorür kaynaklı stresi önlemede güçlü bir anlam ifade ettiği bilinmektedir. Potasyum nitrat uygulaması, streslerle mücadele etmek ve tuzlu koşullar altında ürün performanslarını arttırmak için çok etkili bir yöntem olarak gösterilmektedir (Achilea, 2002). Özellikle bazı türlerde, tuzlu koşullar altında potasyum nitratın beslenme programlarına eklenmesi yüksek EC seviyelerine rağmen tuzluluk koşullarıyla daha iyi başa çıkmaya katkı sağlamaktadır.

Kaya ve ark. (2001), 2 farklı çilek çeşidi (Oso Grande ve Camarosa) üzerinde yaptıkları çalışmada besin solüsyonu ve besin solüsyonu+35 mM NaCl konsantrasyonu altında yetiştirilen bitkiler ile kontrol bitkilerine yapraktan 4 mM KH_2PO_4 uygulaması yapmışlardır. Araştırıcılar, her iki çeşitte de yüksek NaCl'de yetiştirilen bitkilerin, normal besin solüsyonunda yetiştirilenlerden daha az kuru madde, meyve verimi ve klorofil içeriğine sahip olduklarını, yapraktan KH_2PO_4 uygulamasının tuzluluğun bitki büyümesi ve meyve verimi üzerindeki olumsuz etkilerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Tuz uygulanan bitkilerde, yapraktan KH_2PO_4 uygulaması su kullanımını arttırmış, membran geçirgenliğini ise azaltmıştır. Yüksek NaCl uygulamasının her iki çeşitte de bitki dokularındaki sodyum konsantrasyonunu arttırdığını, P ve K konsantrasyonlarının ise yetersiz aralıklarda kaldığını, ancak bu eksikliklerin yapraktan KH_2PO_4 uygulaması ile iyileştirildiğini saptamışlardır.

Ebert ve ark. (2002), guava meyvesi fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada 30 ve 60 Mm NaCl uygulaması yaptıkları bitkilere farklı miktarlarda $Ca(NO_3)_2$ uygulaması yapmışlar ve uygulamaların düşük tuz koşullarında gövde ve sürgün ağırlığında daha fazla olumlu etki yaptığını, yaprak K ve Ca konsantrasyonunu arttırırken, Na taşınımını engelleyerek gövde ve köklerde birikmesini sağladığını bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2002), 2 farklı çilek çeşidi (Oso Grande ve Camarosa) üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluk stresi altında bulunan bitkilere yapraktan uygulanan

kalsiyum nitratın iyileştirici etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırıcılar, yüksek tuzluluk seviyesinde yetiştirilen bitkilerin kontrol bitkilerine oranla daha az kuru madde, daha düşük meyve verimi ve klorofil içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Yapraktan $Ca(NO_3)_2$ uygulamasının, tuzluluğun bitki gelişimi, klorofil içeriği ve meyve verimi üzerindeki olumsuz etkilerini azalttığını, membran geçirgenliğini ise düşürdüğünü bildirmişlerdir. Tuz uygulamasının bitki dokularındaki Na içeriğini arttırırken, Ca ve N konsantrasyonlarını olumsuz etkilediğini, ancak $Ca(NO_3)_2$ uygulamasının her iki besin elementi konsantrasyonunu da arttırdığını saptamışlardır.

Altıntop ağaçlarına uygulanan 6.6-18 mM Cl uygulaması yapraklardaki Cl ve Na içeriğini belirgin derecede arttırırken, toplam verim ve ağaç gelişimi üzerinde olumsuz etkilerde bulunmuş, K içeriğinde ise daha küçük bir etkiye sahip olmuştur. Bu olumsuz etkiler 2 mM'lık potasyum uygulaması ile hafifletilebilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde kullanılan besin çözeltisi içerisine 50 mM NaCl uygulamasının yaprak K içeriğini, meyve tutumu oranını, çiçek sayısını, bitkilerin kuru ağırlıklarını, meyve boylarını ve sap boylarını belirgin şekilde azalttığı belirtilmiştir. Hidroponik ortamda, besin solüsyonuna 52 mM Cl eklenerek oluşturulan stres koşullarında yetiştirilen marul ve çin lahanasına 1, 5 ve 10 mM olmak üzere üç farklı dozda K uygulanan bir denemede, her iki türde de tuzlu ve tuzsuz koşullar altında en yüksek taze ağırlığın 5 mM potasyum uygulamasından elde edildiği, tuzlanmanın bitki dokusundaki Na ve Cl konsantrasyonunu arttırdığı, N ve K seviyelerini ise düşürdüğü bildirilmiştir (Achilea, 2002).

Kaya ve ark. (2003), Oso Grande ve Camarosa çilek çeşitlerinde yürütmüş oldukları çalışmada, yüksek tuz içerikli besin solüsyonuna eklenen kalsiyum ve potasyum nitratın etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Yüksek tuz konsantrasyonu altında yetiştirilen bitkilerde kuru madde oranı, meyve eni, klorofil içeriği ve membran geçirgenliğinin normal besin ortamında yetiştirilenlere göre düştüğünü, her iki ilave CAN ve KN uygulamalarının tuzluluğun bitki gelişimi ve meyve verimi üzerindeki olumsuz etkisini önemli düzeyde düzenlediğini bildirmişlerdir. Yüksek tuz ile artan membran geçirgenliğinin, Ca ve K uygulaması ile düşüş gösterdiği bildirilmiştir.

Araştırıcılar, tuz stresi altında elektrolit kaçağındaki artışın kısmen de olsa klorofil konsantrasyonundaki azalma ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir (Kaya ve ark., 2001). Yüksek tuz konsantrasyonu altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarındaki Ca, K ve N konsantrasyonlarının, stres uygulaması altında olmayan bitkilere göre çok daha düşük seviyede olduğunu, her iki çeşitte de yaprakta ve özellikle kök sodyum içeriğinde önemli artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Tamamlayıcı $Ca(NO_3)_2$ ve KNO_3 uygulamalarının bitkilerin Na konsantrasyonunu düşürdüğünü, ancak en etkili sonucun birlikte uygulandığında alındığını, bununla beraber tüm durumlarda yaprak ve kök Na konsantrasyonunun kontrolün önemli oranda üzerinde kaldığını belirtmişlerdir. Ca ve K konsantrasyonlarının gelişen ve olgun yaprakların her ikisinde de NaCl'ün varlığı ile azaldığını, köklerde ise artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Kombine kalsiyum/potasyum nitrat uygulamasının yaprak Ca ve K seviyelerini kontrol değerlerine benzer veya buna yakın seviyeye taşımada en etkili uygulama olduğunu ve çoğu durumda kontrol bitkilerinin yapraklarındaki Ca ve K konsantrasyonlarını önemli ölçüde arttırdığını saptamışlardır.

Kaya ve Higgs (2003), yüksek tuzluluk (3.5 g NaCl kg^{-1}) şartlarında yetiştirilen biber bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada, ek potasyum nitratın (KNO_3) bitkilerin büyüme ve verimine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırıcılar, yüksek NaCl'de yetiştirilen bitkilerin, kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde daha az kuru madde, meyve verimi ve klorofil içeriğine sahip olduklarını ve membran geçirgenliğinin arttığını, ancak 0.5 ve 1 g KNO_3 kg^{-1} toprak uygulamasının, yüksek tuz işlemine kıyasla bitki kuru maddesini, meyve verimini ve klorofil konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Tuz uygulaması yaprak ve köklerdeki Na konsantrasyonunu arttırırken, yaprakların K ve N konsantrasyonlarını kontrole göre önemli ölçüde düşürmüş, toprağa yapılan KNO_3 takviyesinin K ve N seviyelerini kontrole yaklaştırdığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, biber bitkisinde tamamlayıcı KNO_3 uygulamasının, tuzluluğun meyve verimi ve bitki biyokütlesi üzerindeki olumsuz etkilerinin üstesinden gelmede etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Iglesias ve ark. (2004), 3 farklı turunç anacı üzerine aşılı Navelina çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, 25 mM NaCl:$CaCl_2$ (15:1) tuz uygulaması yapılan

bitkilere 10 mM KNO_3 uygulamışlardır. Araştırıcılar, tuzluluk stresinin toplam bitki biomasını %27-38 oranında azaltırken, potasyum nitrat takviyesinin yeni yaprak alanını ve kuru maddeyi arttırarak bu etkiye kısmen karşı koyduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluğa maruz kalmış Cleopatra mandarin ve *C. macrophylla* nitrat takviyesine en az belirgin etkiyi gösterirken, Carrizo sitranjı'nın en büyük etkiyi gösterdiği, nitrat takviyesi yapılmış tuzlu bitkilerin yapraklarında azot, klorofil ve fotosentetik aktivitenin arttığı belirtilmiştir. Tuzlu bitkilerde nitrat uygulamasının yaprak dökümünü azalttığı, fotosentetik aktiviteyi uyardığı ve yeni yaprakların gelişimini arttırdığı bildirilmiştir. Çalışmada, KNO_3 uygulamasının olgun yaprakların yaprak alanı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak olgunlaşmamış yaprak alanı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Nitrat uygulamasının yaprakların klor konsantrasyonunu değiştirmediğini ancak, Carrizo ve *macrophylla* köklerindeki klor konsantrasyonunu düşürdüğünü saptamışlardır. Araştırıcılar, tuzlu koşullarda nitrat uygulaması yapılmış ve yapılmamış bitkileri karşılaştırdıklarında olgun yapraklardaki klor içeriklerinin yakın, olgunlaşmamış yapraklarında yüksek ve köklerinde ise düşük olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar, nitrat uygulamasının, bitki bünyesindeki klorun yeni oluşan yapraklara dağılımını sağlayarak köklerdeki klor konsantrasyonunu azaltıp, bitki gelişimini uyarıcı etkide bulunmuş olabileceğini bildirmişlerdir.

Kılıç ve Anaç (2005), *Poncirus trifoliata* (üç yapraklı) ve Troyer sitranjı anaçları üzerine aşılı Satsuma mandarin çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, 0.65-3.50 ve 6.50 dS m^{-1} tuz konsantrasyonlarına sahip sulama suyu kullanarak anaçların tuzluluğa olan tepkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırıcılar denemede anaç ve potasyumlu gübrelemenin etkilerini ayrı ayrı değerlendirmişler, ağaç başına 300 g N, 200 g P_2O_5 ve 0 (kontrol), 600 ve 1200 g K_2O'nun %40'ının temel gübre olarak mart ayı içerisinde, %60'ının ise damla gübre ile sulama döneminde verildiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, yaprak alan indeksi üzerine anacın etkisi önemli bulunurken, (Troyer sitranjı, *Poncirus trifoliata*'dan daha yüksek değer vermiştir) tuzlu koşullarda *Poncirus trifoliata*'nın K'lu gübrelemeden etkilendiği ancak etkinin istatistiki olarak K1 dozundan sonra önemli olmadığı bildirilmiştir. Klorofil fluoresansı üzerine anacın etkisinin önemli olduğu, Troyer sitranjı üzerindeki Satsuma mandarini yapraklarının

klorofil değerinin *Poncirus trifoliata*'dan daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Araştırıcılar, anaçların fotosentez üzerine etkisinin önemsiz, tuz uygulamalarının ise etkili olduğunu, anaçlar arası farklılığın tuzun en fazla verildiği şartta belirgin olup, en yüksek değerin Troyer sitranjı'nda saptandığını bildirmişlerdir. Potasyumlu gübrelemenin fotosentez üzerine etkisi tuz uygulanmayan ve düşük tuz konsantrasyonlarında her iki anaçta da belirgin olmuş, ancak K'un *Poncirus trifoliata*'ya ait fotosentez değerini kısmen daha fazla arttırdığı bildirilmiştir.

Rahev ve Levy (2009), altıntop üzerinde yürüttükleri çalışmada meyve ağaçlarını geri kazanılmış tuzlu su ile sulamanın farklı anaç kullanımı ve KNO_3 uygulamalarına rağmen verimi ve gelişimi düşürdüğünü bildirmişlerdir. KNO_3 uygulamasının genellikle yaprak K konsantrasyonunu yükselttiğini tuzluluğun artmasının yaprak K konsantrasyonunda azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. KNO_3 uygulamasının yaprak Na konsantrasyonunu etkilemezken, tuz uygulamasının etkilediğini, ağaçların yüksek KNO_3 gübrelemesine maruz kalmasını takiben yaprak K ve N içeriklerinin yükselmesinin beklenen bir durum olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar önceki çalışmalarda da bulunmuştur (Levy ve ark., 2000). Araştırmada kullanılan tüm anaçların, yaprak K konsantrasyonunun tuzluluk artışı ile beraber azalma gösterdiğini saptamışlardır.

Gimeno ve ark. (2009), Fino 49 limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada potasyum nitrat gübrelemesi ve anaçların tuzluluğa tolerans üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. *Citrus macrophylla* (M) ve Sour orange (SO) anaçları üzerine aşılı bitkileri 12 hafta boyunca 0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl+10 mM KNO_3 ve 50 mM NaCl+%1'lik KNO_3 yaprak uygulamasına tabi tutmuşlardır. *Citrus macrophylla* üzerine aşılı ağaçların gelişiminin, Sour orange anacı üzerine aşılı ağaçlardan daha kuvvetli olduğunu ve tuzluluk uygulamasının her iki anaçta da yaprak gelişimini azalttığını bildirmişlerdir. Sour orange üzerindeki ağaçların, *Citrus macrophylla* üzerindeki ağaçlardan, daha düşük yaprak Cl ve Na konsantrasyonuna sahip olduklarını, tuzluluğa maruz bırakılmış her iki anaçta da topraktan KNO_3 ilavesinin yaprak Cl konsantrasyonunu azaltıp, K konsantrasyonunu ise arttırdığını saptamışlardır. Tuz ve tuz+potasyum nitrat uygulamalarında yaprak gelişimindeki

gerilemenin, yaprak Cl ve Na toksisitesinin yanı sıra osmotik etkiden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Tuz uygulaması ile beraber ilave yaprak KNO_3 uygulamasının da tuz uygulamasına oranla yaprak Cl konsantrasyonunu azalttığını, ancak ağaçların bu uygulamada (tuz+yapraktan potasyum nitrat) en düşük yaprak gelişimini gösterdiğini saptamışlardır. Net karbon asimilasyonu (A_{CO2}), stoma iletkenliği (gs), ve bitki transpirasyonunun her üç tuzluluk uygulamasında da anaç ne olursa olsun azaldığı bildirilmiştir. Tuzluluğun yaprak turgorunu arttırarak, yaprak su ve osmotik potansiyelini düşürdüğü ve nihai olarak tuzluluk ile A_{CO2}'nin azaldığı, bu azalmaların, turgorun kaybedilmesi nedeninden çok yapraklardaki yüksek tuz iyonu birikimi nedeniyle olduğu bildirilmiştir. Her iki anaç kombinasyonunda da en yüksek yaprak K konsantrasyonunun tuz+KNO_3 uygulamasından alındığını bildirmişlerdir. M anacında yapraktan KNO_3 uygulamasının yaprak K konsantrasyonunu arttırmadığı, SO anacında ise kontrolün üzerine yükseltse de topraktan KNO_3 muamelesinin etkilediği kadar yükseltemediği bildirilmiştir. Tuzsuz konuda, M anacının SO anacına göre daha düşük kök Ca içeriğine sahip olduğu, tüm tuz uygulamalarının kök Ca içeriğini azalttığı belirtilmiştir. Tüm tuz uygulamalarında, yaprak K içeriğinin M anacında azalma gösterdiği, SO anacındaki bitkilerin M'dekilerden daha düşük bir yaprak Na konsantrasyonuna sahip olduğu ve her iki anaçta da topraktan N uygulamasının yaprak K konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Tuzlu koşullar altında toprağa ilave azot gübrelemesi yapmanın yararlı etkilerinin olduğunu, tuz+KNO_3 ve tuz+yapraktan KNO_3 uygulamalarının sırasıyla yaprak Cl ve Na konsantrasyonlarını düşürürken, K ve N konsantrasyonlarını arttırdığını saptamışlardır.

Kuşvuran (2010), 31 farklı kavun genotipi üzerinde yaptığı çalışmada, tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin gövde çap değerlerinin kontrol bitkilerine göre azalma gösterdiğini ve gövde çapının, tuz stresinden kuraklık stresine göre daha fazla etkilendiğini bildirmiştir. Araştırıcı, tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin yaprak sayılarında ve alanlarında değişen oranlarda azalmanın olduğunu, kontrole göre kayıplar esas alındığında %24 ile %67 oranında bir değişimin meydana geldiğini bildirmiştir. Araştırıcı, tuz ve kuraklık stresinin yaprak oransal su içeriğinde azalmalara neden olduğunu, bu azalmanın kuraklık stresi koşullarında biraz daha

belirginleştiğini, tolerant olan genotiplerin bünyelerindeki suyu korumalarına karşın hassas olan genotiplerin bu konuda başarılı olamadıklarını ve kontrol bitkilerine göre önemli su kayıpları ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiştir. Ayrıca membran zararlanma indeksi düşük, daha az stoma yoğunluğuna sahip genotiplerin kuraklık stres koşullarında daha yüksek tolerans gösterdiklerini saptamışlardır.

Demirel ve ark. (2014), mısır bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada bitkilere 2 farklı tuz (0.5 ve 4.0 dS m^{-1}) ve 4 farklı potasyum seviyesi (14 kg da^{-1}, 28 kg da^{-1}, 56 kg da^{-1}, 84 kg da^{-1}) uygulamışlardır. Araştırıcılar, mısır bitkisine erken dönemde yeterli potasyum uygulamasının, bitkinin tolerans seviyesinin üzerindeki tuz konusunda (4.0 dS m^{-1}) dahi bitki taç genişliği, bitki boyu ve gövde çapı değerleri üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olmadığını bildirmişlerdir. En yüksek YNSİ değerlerinin tuzsuz ve potasyumun en düşük olduğu konudan alındığı, tuz miktarının artmasıyla YNSİ değerlerinde bir azalmanın olduğu ancak, yüksek potasyum uygulanması ile tekrar artışa geçtiği belirtilmiştir. Araştırıcılar, biyokütle değerlerinin su içeriğinin tersine bir eğilim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Hojjatnooghi ve ark. (2014), 4 farklı tuzluluk seviyesinde yetiştirdikleri fıstık (*Pistacia vera* L.) fidanlarına iyileştirici olarak 3 farklı seviyede kalsiyum nitrat uygulaması yapmışlardır. Çalışmada artan tuzlulukla beraber yaprak sayısının ve alanının önemli derecede azalma gösterdiğini, en yüksek tuzluluk seviyesi olan 90 mM'da kontrol bitkilerine göre yaprak sayısının %28, yaprak alanının ise %23 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar tuzluluk seviyeleri arttıkça sürgün Ca konsantrasyonunun azaldığını; tuzluluk, Ca ve Caxtuzluluk etkileşiminin sürgün Ca konsantrasyonu üzerinde; Ca ve Ca×tuzluluk etkileşiminin ise kök Ca konsantrasyonu üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. 1 mM Ca uygulamasının sürgün ve köklerdeki Ca miktarını arttırdığını; tuzxkalsiyum uygulamasının sürgün Ca konsantrasyonu üzerine etkisinin önemli, kök üzerindeki etkisinin ise önemsiz olduğunu, sürgün Ca konsantrasyonunun kökten daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Marschner (1995), Ca'un diğer elementlerle karşılaştırılacak olunursa tercihen yaprak vakuollerine yerleştiğini bildirmiştir. Araştırıcılar, sürgün Na alımı üzerinde tuzluluk ve Caxtuzluluk etkileşiminin önemli bir etkiye sahip olduğunu

belirlerken, kök toplam sodyum alımının yalnızca tuzluluk düzeylerinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Besin çözeltisindeki Na konsantrasyonun artmasıyla sürgün ve kökteki toplam sodyum artmış ve bu artışın kökte daha fazla olduğu bildirilmiştir. Tuza dayanıklı bitkiler yapraklarında Na birikimine engel olmak için genel olarak Na'u sürgünlerinden uzak tutarlar (Ashraf, 1994). Araştırıcılar tuzluluğun, köklerde sürgünlerden daha fazla Na birikimine sebep olduğunu, tuzluluk artışının sürgün K konsantrasyonunu arttırırken, kök K konsantrasyonunu azalttığını, ancak 0.5 mM Ca uygulamasının kök K içeriği üzerinde olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir. Ortamda yeteri kadar Ca varsa bu durum bitkinin K alımını arttırıp bitki dokusundaki Na içeriğini düşür (Dabuxilatu ve Ikeda, 2005).

Khoshbakht ve ark. (2014), tuz stresi altındaki Valencia portakalına (Bakraii ve Carrizo sitranjı üzerine aşılı), KNO_3 uygulamasının gelişim ve gaz alışverişi üzerine etkisini belirledikleri çalışmalarında bitkileri 60 gün boyunca 50 mM NaCl içeren su ile sulamışlardır. Araştırıcılar, Bakraii anacının köklerinde daha fazla Na ve Cl biriktirerek daha azını yapraklara gönderdiğini ve Valencia/Bakraii de fotosentez oranının, Carrizo anacı üzerine aşılılardan daha yüksek oranda olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada, tuzluluk stresi altında her iki aşı kombinasyonunda da yaprak ve kök Cl ve Na konsantrasyonlarının arttığı, ancak çeşitler arasında bazı farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Tuzluluğun yaprakların K içeriğini, yaprak ve köklerin Na/K oranını arttırdığını, fakat her iki bitki kısmındaki Ca ve köklerdeki K konsantrasyonunu azalttığını bildirmişlerdir. İlave nitrat uygulamasının, yapraklarda ve köklerde Cl ve Na birikimini ve ayrıca her iki aşılama kombinasyonunun yaprak ve köklerdeki Na/K oranlarının artmasını önemli ölçüde engellediğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, Tuz+N uygulamasının, kontrolle karşılaştırıldığında her iki aşı kombinasyonunda da yaprak ve kök K konsantrasyonunu arttırıp, yaprak Cl ve Na içeriğini düşürerek faydalı bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Besin çözeltisindeki daha yüksek bir K/Na oranı, bu iyonlar arasındaki antagonizm nedeniyle anaçların Na alımını engelleyebilir (Gimeno ve ark., 2009). Gaz değişim parametrelerinde ve sonuç olarak gelişimde meydana gelen azalma tuzun sebep olduğu temel besin maddelerindeki dengesizlikten kaynaklanabilir (Khoshbakht ve ark., 2014). Tuzluluk artışı ile beraber kök K

içeriğinin düşmesi, kök dokusunda Na ile K'un yer değiştirmesine veya kök hücre zarında Ca'un Na iyonuyla yer değiştirmesi nedeniyle kökten K kaybının yaşanmasına bağlanabilir (Zekri ve Parsons, 1992). Tuzluluğun, her iki aşı kombinasyonunda da kök ve yapraklardaki Ca, Mg ve toplam N içeriğini azaltıp, Na/K oranını arttırdığı bildirilmiştir. Tuzluluk, yapraklardaki, K ve prolin içeriğini arttırırken, köklerdeki K konsantrasyonunu düşürmüştür. Tuzlu bitkilerde, her iki anaç kombinasyonunda da nitrat tamamlanmasının (10 mM KNO_3) yaprak dökümü, Cl, Na, Na/K ve Ca konsantrasyonlarını azaltıcı, yaprak sayısı ve alanını, gövde uzamasını, klorofil içeriğini ve fotosentetik aktivite ile yaprakların K, N ve prolin konsantrasyonlarını arttırıcı etkilerde bulunduğunu, böylece nitrat uygulamasının, NaCl'ün zararlı etkisini iyileştirerek, bitki metabolizma ve gelişimini uyardığı bildirilmiştir.

Tsabarducas ve ark. (2015), 3 limon çeşidi (Nouvel Athos, Lisbon, Maglini) üzerinde yaptıkları çalışmada; 1) Tuz stresine karşı genetik bir farklılığın olup olmadığını, 2) KNO_3'ün tuzluluk stresini hafifletip hafifletmediğini, 3) Karbonhidrat (früktoz, glukoz ve sukroz gibi şekerler) ve protein gibi olası hücre düzenleyicilerinin *C. limon*'un hücre savunmasındaki rolünü ve 4) Çalışılan 3 çeşit arasında tuzluluk stresine toleransta genotipik farklılığın olup olmadığını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırıcılar, kontrol, 80 mM NaCl uygulaması ve 5 mM KNO_3 uygulamalarının etkilerini belirledikleri çalışmada, bitki gelişiminin tuz uygulamasından olumsuz etkilendiğini, absorbe edilen en yüksek Cl ve Na miktarının Lisbon çeşidinde, en düşük miktarın ise Maglini çeşidinde olduğunu bildirmişlerdir. Her üç çeşitte de tuz uygulamasıyla beraber klorofil içeriğinin düştüğünü, ilave KNO_3 uygulamasının dahi değerleri kontrol seviyesine ulaştıramadığını, 5 mM KNO_3 uygulamasının yaprak toplam karbonhidrat, N ve K konsantrasyonları üzerindeki zararlı etkisini hafiflettiğini belirtmişlerdir. Tuzluluğun, Maglini de yaprak prolin konsantrasyonunu önemli derecede azalttığı, Nouvel Athos ve Lisbon çeşitlerinin ise daha yüksek prolin içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, KNO_3 uygulamasının, NaCl' ün zararlı etkilerini hafiflettiğini, bu nedenle tuz problemi olan yerlerde yetiştiriciler tarafından kullanımının yüksek oranda tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir. 80 mM NaCl uygulamasının 3 çeşitte de tüm bitki kısımlarındaki Na konsantrasyonunu en yüksek seviyeye yükselttiğini, Lizbon'un en fazla, Maglini'nin ise en az Na biriktiren

çeşit olduğunu, Maglini çeşidinin tuz stresi altında Na'u kök sisteminde tutma kabiliyetinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Tuz stresine karşı artan toleransın Na'un kök sisteminde biriktirilmesi ve köklerden sürgünlere düşük taşınımının her ikisiyle de ilişkili olduğu diğer birçok araştırıcı tarafından diğer bitki türleri için de ifade edilmiştir (Wang ve ark., 2010; Dai ve ark., 2014). 5 mM KNO_3 ilavesinin, 3 genotip içinde Na alımı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir. Tuz stresinin, tüm bitkilerin K kullanım etkinliğini önemli ölçüde azalttığını, genotiplerin önemli farklılıklar gösterdiğini ancak, KNO_3 ilavesinin sadece yapraklarda değil köklerde de K seviyelerini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Na'un Ca üzerindeki etkisiyle ilgili olarak yaprak Ca içeriği özellikle Athos ve Maglini çeşitlerinde düşerken, kök Ca konsantrasyonunun yalnızca Maglini çeşidinde düştüğünü, Ca kullanım etkinliği ile ilgili olarak kullanılan tüm çeşitlerde kontrol ve tuz uygulamaları altında önemli farklılıkların olduğunu ve KNO_3 uygulamasının Lizbon dışındaki çeşitlerde Ca kullanım etkinliği açısından etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Elhindi ve ark. (2016), kişniş üzerinde yaptıkları çalışmada, 3 farklı tuzluluk seviyesinde potasyum nitrat uygulamasının iyileştirici etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırıcılar, en fazla dallanmanın 0 mM tuz konusu ile beraber 10 mM KNO_3 uygulamasından alındığını, en az dallanmayı ise 80 mM tuz konusunda 0 mM KNO_3 uygulamasının verdiğini bildirmişlerdir.

2.3. Brassinosteroid ve İyileştirici Etkiye Sahip Bazı Büyüme Düzenleyiciler ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Özellikle son yıllarda yapılan değişik çalışmalarda bitki büyüme düzenleyicileri arasında yer alan Brassinosteroidlerin farklı uygulamalarının (tohum uygulamalarından, yaprak, dal ya da meyve uygulamalarına varan) çeşitli bitki türlerinde verim, gelişim ve kalite (fiziksel ve kimyasal parametreler) açısından farklı sonuçlara sebep olduğu belirlenmiştir. Aşağıda, Brassinolid ve farklı iyileştirici etkilere sahip bazı bitki büyüme düzenleyicileri ile yapılan, etkileri yürütücüleri

tarafından çok çeşitli özellikler açısından değerlendirilmiş birtakım çalışmalara ait sonuçlara kısaca değinilmeğe çalışılmıştır.

Erkılıç (2005), Kahramanmaraş-Acı ve Demre-8 biber çeşitleri üzerinde yaptığı çalışmada tuz (NaCl) ve tuzla birlikte uygulanmış çeşitli konsantrasyonlarda (0.1, 0.5 ve 1.0 mM) salisilik asidin (SA) yaprak alanı ile sürgün ve kök uzunluğu üzerine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırıcı, her iki çeşidin de sürgün uzunluğunun tuz stresinden olumsuz etkilendiğini ve tuz uygulamasının büyümeyi sınırlandırdığını belirtilmiştir. Bununla birlikte, Demre-8'in tuz uygulanan fidelerinin sürgün uzunluğunun Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha yüksek değerlerde bulunduğunu bildirmiştir. Araştırıcı, tuzlu koşullar altında SA uygulamasına tabi tutulan bitkilerin sürgün uzunluklarının, yalnız tuz uygulaması yapılan bitkilerden daha kısa olduğunu saptamıştır. Çalışmada, her iki çeşidin de yaprak alanı tuz stresinden olumsuz etkilenmiş, tuz uygulamasının bitkilerde büyümeyi sınırlandırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, Demre-8'in tuz uygulanan fidelerinin yaprak alanı değerlerinin Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Araştırıcı, tuzlu koşullarda SA uygulaması ile kök uzunluğu ve yaprak alanı değerlerinin Demre-8 çeşidinde azaldığını, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde ise arttığını bildirmiştir.

Shahbaz ve Ashraf (2007), bir saksı denemesi olarak yaptıkları çalışmada tuz stresi (0, 150 mmol L^{-1}) altındaki buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisine farklı dozlarda dışsal BR [0 (su spreyi), 0.0125, 0.025 ve 0.0375 mg L^{-1}] uygulamasının bitki büyümesi ve besin elementi içeriği üzerine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Dışsal BR uygulamasının her iki tuz konusunda da bitki biyokütlesini arttırdığı, ancak yaprak Na^+, K^+, Ca^{2+} ve Cl^- içerikleri veya K^+/Na^+ oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı, köklerde de benzer sonuçların alındığını, ancak sadece kök K^+ ve K^+/Na^+ oranlarının anlamlı bulunduğunu bildirmişlerdir.

Karlıdağ ve ark. (2011), çilek bitkisinde tuzluluğun (35 mM NaCl) baskılayıcı etkisine karşı brassinosteroidlerin iyileştirici etkisini belirlemek amacıyla sera koşullarında yaptıkları çalışmada 24-Epibrassinolide'nin 0.0, 0.5, ve 1 µM dozlarını yapraktan uygulamışlardır. Denemede sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, stoma

iletkenliği (SC), yaprak nisbi su içeriği (LRWC), yaprak klorofil değerleri (LCRV), membran permeabilitesini (MP) belirlemişlerdir. Tuzsuz uygulama ile karşılaştırıldığında, 35 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde sırasıyla A6 ve Fern çeşitlerinde (24-EBL uygulaması yapılmamış) bitki sürgün kuru ağırlığı %29-33, kök kuru ağırlığı %45-15, SC %71-55, LRWC %11-13 ve LCRV %12-13 oranlarında azalmış fakat, MP %40-12 oranında arttığı bildirilmiştir. Tuzlu koşullar altında 24-EBL (1 mM), uygulamasının sürgün ve kök kuru ağırlığını, bitkilerin SC, LRWC ve LCRV değerlerini önemli düzeyde arttırdığını, bu iyileştirici etkinin A6 çeşidinde sırasıyla, %20, %15, %122, %5.8 ve %10.9, Fern çeşidinde ise %47, %8.0, %83, %33.3 ve %6 oranlarında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tuzluluk ve 24-EBL uygulamalarının, yaprak klorofil değerlerini önemli ölçüde etkilediği, 24-EBL uygulamasının yaprak klorofil içeriğini önemli ölçüde arttırdığı, membran permeabilitesinin tuzsuz koşullar ile karşılaştırıldığında 35 mM NaCl uygulamasında daha yüksek olduğunu ve 24-EBL uygulamasının membran permeabilitesini azalttığını saptamışlardır. Denemede tuzluluğun stoma iletkenliğini olumsuz yönde etkilediği, 24-EBL uygulamalarının stoma iletkenliği üzerinde önemli etkilerinin olduğu, tuzsuz uygulama ile karşılaştırıldığında, 35 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde sırasıyla A6 ve Fern çeşitlerinde (24-EBL uygulaması yapılmamış) stoma iletkenliğinin %71-55 oranlarında azaldığı bildirilmiştir. Araştırıcılar, tuzlu koşullar altında 24-EBL (1 mM) uygulamasının stoma iletkenlik değerlerini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Tuzlu koşullar altında, 24-EBL uygulamasının yaprak ve köklerdeki makro ve mikro element içeriklerini Na dışında arttırdığı belirtilmiştir. Araştırıcılar, dışsal 24-EBL uygulaması ile tuzluluk stresinin bitki gelişim parametreleri ve besin element içeriği üzerindeki baskılayıcı etkisini iyileştirmede başarılı olabileceğini bildirmişlerdir. BR'lerin bu büyümeyi teşvik edici etkileri, gelişimi kontrol eden çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik işlemler için gerekli olan iyon hemostazisindeki rolüne bağlı olabilir. NaCl tuzluluğu yalnızca Ca ve K'un kullanılabilirliğini değil aynı zamanda bitkinin büyüyen bölgelerine taşınımını ve hareketini de azaltır (Grattan ve Grieve, 1999).

Amri ve ark. (2011), 0, 40, 80 ve 120 mM NaCl içeren ortamlarda yetiştirilen nar fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada, strese adaptasyonu arttırma özelliği olan

poliaminlerden (PAs) spermidin ve putresinin farklı dozlarını iyileştirici olarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda artan tuzluluk seviyelerinin ana gövde uzunluğunu, kök taze ve kuru ağırlıklarını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Putresinin sürgün boyu gelişimi üzerinde spermidinden daha etkili olduğunu ve artan konsantrasyonuyla beraber koruyuculuk etkisinin de arttığını saptamışlardır. Ayrıca, farklı tuzluluk seviyelerinde poliamin kullanımının kök taze ve kuru ağırlığını arttırabildiğini, putresininin spermidine göre kök boyunu, taze ve kuru kök ağırlığını önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. En uzun köklü bitkilerin, 0 mM tuzluluk seviyesinde, spermidin ve putresinin 2 mM olduğu konudan alındığını bildirmişlerdir. Tuzluluğun, yaprak alanında önemli azalmalara sebep olduğu, putresinin spermidine göre çok daha olumlu etkide bulunduğu bildirilmiştir. Araştırıcılar, tuzluluk seviyesindeki artışla beraber sürgün ve yaprakların Na seviyesinin arttığını, ancak putresin ve spermidin kullanımın bu yüksek konsantrasyonları düşürdüğünü bildirmişlerdir. Strese dayanıklılık mekanizması üzerinde önemli bir etkisi olan K'un da belirli bir tuzluluk seviyesine kadar artarken belirli bir düzeyden sonra düşüşe geçtiği ancak, putresin ve spermidin kullanımının bunun üzerinde de olumlu etki yaptığı bildirilmiştir.

Rady (2011), tuzluluk ve Cd stresi altındaki fasulye bitkisinde verim, büyüme, antioksidan sistem ve Cd içeriği üzerine 24-epibrassinolidin (EBL) etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, bitkilere dikimden 15 gün sonra 5 µM EBL püskürtmüş ve denemenin 30. gününde ve sonlandırma aşamasında numuneler almıştır. Araştırıcı, NaCl ve/veya Cd'a maruz bırakılan bitkilerin büyümesinde, pigment parametrelerinin seviyesinde, yeşil bakla (pod) veriminde ve bakla proteininde azalmalar gösterdiğini bildirmiştir. NaCl ve/veya Cd tarafından ortaya çıkarılan stresin, EBL uygulamalarını takiben giderildiğini ve yukarıda bahsedilen parametrelerin önemli bir şekilde iyileştiğini belirtmiştir. Araştırıcı, NaCl ve/veya Cd uygulaması ile elektrolit sızıntısı, lipit peroksidasyonu ve bitki Cd içeriğinin artarken, membran stabilite indeksinin ve oransal su içeriğinin ise azaldığını saptamıştır. Stressiz koşullar altında EBL uygulamasının, membran stabilite indeksini ve oransal su içeriğini arttırırken, Cd içeriğini ise minimize ettiğini, fakat elektrolit kaçağı ve lipit peroksidasyonunu etkilemediğini bildirmiştir. Ayrıca, NaCl ve/veya Cd stresinin yanı

sıra EBL uygulamasının, antioksidatif enzim ve prolin seviyesinde önemli artışlara sebep olduğunu kaydetmiştir.

Sharma ve ark. (2011), NaCl stresi altında bulunan tuza hassas turunçgil anaçlarından Karna khatta'nın fizyokimyasal parametreleri üzerine putresin (put) ve paklobutrazolun (PBZ) rolünü belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada tuz uygulamasıyla birlikte toplam klorofil miktarının azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, PBZ'un tuzluluğun toplam klorofil üzerindeki zararlı etkisini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı, ancak put'in önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır. PBZ'nin tek başına veya Put ile kombinasyon halinde uygulanmasının, toplam klorofil içeriğinin, kontrollerden daha yüksek olmasına neden olduğunu ve PBZ uygulamasında artan klorofil içeriğinin kısmen sitokinin biyosentezinin ana bölgesi olan kök sisteminin kütlesindeki artıştan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, tuzlu koşullar altında stoma iletkenliğinin en düşük seviyede olduğunu ve kontrolle karşılaştırılacak olunursa maksimum stoma iletkenliğinin tek başına 500 mg L^{-1} PBZ uygulamasından alındığını, PBZ ve put'in beraber kullanıldığı konuda stoma iletkenliğinin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, kontrol bitkilerine göre en yüksek membran zarar indeksinin, tuz stresi altında PBZ ya da put uygulaması yapılmayan bitkilerde olduğu bildirilmiştir. Yapraklardaki sodyum içeriğinin tuzluluk, PBZ ve put'den önemli ölçüde etkilendiğini, tuzlu fidelerde 250 mg L^{-1} PBZ uygulamasının Na birikimini azaltmada daha etkili olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, tuzluluğun yapraklarda ki K ve Ca birikimini azalttığını, bu bitki besin elementleri üzerine PBZ veya put muamelesinin olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Tuzlu koşullar altında PBZ ve put beraber kullanımının yaprak dokularındaki en yüksek Ca içeriğini verdiğini belirtmişlerdir. Araştırıcılar, PBZ ve/veya put kullanımının tuza hassas Karna khatta çeşidinde antioksidan enzim aktivitesini iyileştirerek ve iyonların alımı ile birikimini dengeleyerek toleransı arttırılabileceğini bildirmişlerdir.

Tepe (2011), tuzlu koşullar altında arpa üzerinde yaptığı çalışmada tuzluluk stresine tabi tutulan tohum ve bitkilere salisilik asit ön muamelesinin etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. SA ön uygulamasının saf su ortamında büyütülen arpa

fidelerinin stoma sayısını azalttığını, 0.250, 0.275 ve 0.300 M tuzlulukta, kontrol bitkilerinin yapraklarında her iki yüzeyde stoma sayısının saf su ortamında büyütülenlere nazaran arttığını bildirmiştir. Araştırıcı SA muamelesi yapılan ve yapılmayan bitkileri karşılaştırdığında 0.300 M tuzlulukta SA uygulanan bitkilerin yapraklarının her iki yüzeyinde de stoma sayısının azaldığını, 0.250 ve 0.275 M tuzlulukta ise SA uygulaması ile üst yüzeydeki stoma sayısının azaldığını, alt yüzeydeki stoma sayısının ise arttığını bildirmiştir.

Hayat ve ark. (2012), hardalda tuz stresinin etkisini hafifletmede salisilik asit ve 28-homobrassinolidin birlikte etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada tuzlu ve tuzsuz ortamda 29 günlük hardal bitkilerinin yapraklarına HBL ve salisilik asit uygulaması yaptıktan 24 saat ve dikimden 45 gün sonra bazı parametreleri incelemişlerdir. Tuzlulukla, bitki büyüme ve gaz değişim parametrelerinin önemli bir şekilde azaldığını, fakat yapraklardaki prolin içeriği ve elektrolit sızıntısının arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar dikimden 30 gün sonraki etkilerin dikimden 45 gün sonraki etkilerden daha fazla olduğunu ve HBL'nin etkisinin her iki dönemde de baskın olduğunu belirtmişlerdir. Tuzluluk nedeniyle oluşan toksik etkilerin, her iki hormonun kombinasyonuyla dikimden 45 gün sonra tamamen ortadan kalktığını bildirmişlerdir.

Kaplan ve Gökbayrak (2012), aşılı asma anacı üretiminde sıklıkla kullanılan 3 Amerikan asma anacında (1103 Paulsen, 110 Richter ve 99 Richter) brassinosteroid uygulamasının köklenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çelikleri 10 dakika boyunca 5 farklı konsantrasyondaki (kontrol, 0.05, 0.10, 0.15 ve 0.25 ppm) 22(S) ve 23(S) homobrassinolid solüsyonuna daldırdıktan sonra turba-perlit karışımı ortama dikmişlerdir. Araştırıcılar, 1103 Paulsen'in sürgün ve kök gelişimini arttırarak en önemli tepkiyi verdiğini ve bunu 110 Richter'ın takip ettiğini bildirmişlerdir. Kök gelişim oranının, anaçlar ve içeriğin konsantrasyonundan etkilendiğini, 1103 Paulsen çeşidinde en düşük konsantrasyon olan 0.05 ppm dozu kök sayısını daha çok uyarırken, 99 Richter çeşidinde en yüksek sayıda kök oluşumunun 0.15 ppm dozunda olduğunu saptamışlardır.

Slathia ve ark. (2012), tuzluluk stresi (75 ve 150 mM NaCl) altında bulunan domates bitkisi üzerinde putresin ve 24-epibrassinolidin etkilerini birlikte incelemişlerdir. Araştırıcılar, tuzluluk stresi altındaki bitkilerin protein içeriklerinin, kontrol bitkilerine göre küçük bir artış gösterdiğini kaydetmişlerdir. Araştırıcılar, tuzluluk stresinin guaiacol peroksidaz (GPOX) ve SOD aktivitesinde önemli artışlara neden olduğunu, katalaz aktivitesinin ise azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, kontrol bitkilerindeki MDA seviyesindeki artış ile kanıtlandığı gibi hem 75 hem de 150 mM NaCl uygulamasının önemli membran hasarına sebep olduğunu saptamışlardır.

Li ve ark. (2012b), tuzluluk stresi altındaki *Malus hupehensis* bitkisine bir büyüme düzenleyicisi olarak rol alan melatonin uygulamasının stres üzerindeki hafifletici etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl ile beraber 0.1 μM melatonin uygulamışlardır. Araştırıcılar, en fazla sürgün yüksekliğinin kontrol konusu ile melatonin uygulamasından alınırken, melatonin ve tuz uygulaması ile beraber bu gelişimin azaldığını, en düşük uzamanın ise tuz konusundan alındığını bildirmişlerdir. Tuz uygulamasının yaprak dökümünü arttırdığı, ancak tuz+melatonin uygulamasının yaprak dökümünü azalttığını ve uygulamanın stres altındaki bitkilerde klorofil içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada, tuz uygulamasıyla önemli derecede artan elektrolit sızıntısı, tuzun yaprak membranlarına verdiği zararı göstermiş ve 100 mM NaCl'e maruz kalan fidanların membran zarar indekslerinin önemli derecede arttığı, kontrol bitkilerine dışsal olarak uygulanan melatoninin önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Araştırıcılar, tuz uygulamasından 15 gün sonra köklerdeki ve yapraklardaki Na içeriğinin önemli derecede yükseldiğini, köklerdeki Na artışının melatonin uygulanan grupta daha fazla iken, yapraklarda bu durumun tam tersi olduğunu yani melatonin uygulamasıyla beraber yapraklardaki Na içeriğinin düştüğünü saptamışlardır. Tuz uygulaması sonucu kök ve yapraklardaki K içeriğinin önemli derecede azalma gösterdiğini, bununla birlikte, eksojen melatonin uygulamasıyla K seviyelerindeki düşüşün önemli ölçüde azaldığını, melatonin uygulanan bitkilerin, uygulanmayan bitkilere göre tüm dokularında daha fazla K bulundurduğunu bildirmişlerdir.

Kamiab ve ark. (2013), fıstık fidanlarında tuzluluk stresine karşı serbest poliaminlerin (PA) koruyucu etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada fidanlara (NaCl, $CaCl_2$ ve $MgCl_2$ içeren) 25, 50, 100 ve 150 mM tuz uygulamasıyla beraber 0.1 ve 1 mM dozlarında putresin (put), spermidin (spd), spermin (spm) uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda en fazla sürgün boyu gelişiminin kontrol konusu olan 25 mM tuz ve 1 mM spm uygulamasından, en düşük sürgün taze ve kuru ağırlığının ise PA uygulaması yapılmayan tüm tuzluluk seviyelerinden alındığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, tuzluluk stresindeki artışın, fıstık fidanlarında yalnızca kök ve sürgün gelişimini azaltmadığını (Karimi ve ark., 2009) aynı zamanda yaprak dökümü ve diğer toksisite semptomlarına da neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, fidanların taze ağırlıklarının farklı seviyedeki tuzluluktan etkilendiği, tuzluluğun 25 mM'dan 150 mM'a yükselmesinin sürgün yaş ağırlığını önemli derecede azalttığı, spm ve spd uygulamalarının put uygulaması ile karşılaştırıldığında, fidanların yaş ağılıklarında önemli artış sağladığı saptanmıştır. En düşük sürgün taze ve kuru ağırlığını, PA uygulaması yapılmayan tüm tuzluluk seviyelerinde gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Çalışmada, yaprak sayısının 150 mM'lık tuzluluk stresinde önemli derecede azalırken, tuzluluk stresinin 25 mM'dan 100 mM'a çıkmasından önemli derecede etkilenmediği, spm (0.1 ve 1 mM) uygulamasının ise yaprak dökümünü önemli derecede azalttığı belirtilmiştir. Araştırıcılar, 25 mM tuzlulukta maksimum yaprak sayısının spm (0.1 mM) uygulamasında, minimum değerin ise 150 mM tuzluluk stresindeki PA uygulaması yapılmayan fidanlarda olduğunu saptamışlardır. Put ve spd uygulamalarında en yüksek kök taze ağırlığının sırasıyla 100 ve 150 mM tuzluluk seviyelerinde gözlendiği ve spd'nin tüm tuzluluk seviyelerinde en etkili uygulama olduğu bildirilmiştir. Yüksek tuzluluk seviyelerinde, PA'in yüksek konsantrasyonlarının (1 mM), kök yaş ağırlığını arttırmada önemli oranda daha etkili olduğu, minimum kök taze ağırlığının poliamin uygulaması yapılmayan, 150 mM tuzluluğa tabi tutulan fidanlarda kaydedildiği ve PA uygulanan fidanların, uygulama yapılmayan bitkilerden daha yüksek kök kuru ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Tüm tuzluluk seviyelerinde spd'nin (1 mM) kök kuru ağırlığını arttırmada en etkili uygulama olduğu, en yüksek kök kuru ağırlığının 50 ve 25 mM tuzluluk seviyesindeki spd (1 mM) uygulamasından, en düşük kök kuru ağırlığının ise PA uygulaması yapılmayan 150 mM tuzluluktaki fidanlardan alındığı bildirilmiştir.

Araştırıcılar, en yüksek Na içeriğinin 150 mM tuzlulukta, PA uygulaması yapılmayan fidanlarda, en düşük içeriğin ise 25 mM tuzluluktaki, farklı PA uygulaması yapılmış fidanlarda kaydedildiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk ve PA arasındaki interaksiyonunun sürgünlerdeki K ve Ca içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğunu, Na konsantrasyonlarının tuz stresiyle beraber arttığını saptamışlardır. Araştırıcılar, tuz uygulaması yapılmış fidanlara yapraktan PA uygulamasının, sürgünlerde Na birikiminin azalmasına ve dolayısıyla yüksek seviyedeki bu iyonlar tarafından meydana getirilen toksik etkilerin hafifletilmesinde ve tuz stresi koşulları altında K kaybını engellemenin yanı sıra tek değerlikli katyonlar arasında iyiyi seçebilme üzerinde etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2013), yaprak spreyli olarak dış kaynaklı glisin betain uygulamasının mısırda tuzluluk stresini azaltmada etkili olup olmadığını test ettikleri çalışmalarında tuzluluk stresinin yaprak oransal su içeriğini azalttığını, GB'in her iki uygulamasının da yaprak oransal su içeriğini kontrolün altında bir seviyede arttırdığını, ancak stres altındaki bitkilerde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca, tuzluluk stresinin membran geçirgenliğine zarar vererek yapraklarda elektrolit sızıntısı artışına sebep olduğunu, GB uygulamasının elektrolikit sızıntısını düşürerek membran geçirgenliğini kısmen koruduğunu bildirmişlerdir.

Yang ve ark. (2014), uzun ömürlü çim türlerinde bir klorofil öncüsü olan 5-aminolevulinic asidin (ALA), yaprak uygulamasının, tuz stresi altındaki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, ALA'nın, tuzluluk stresinin sebep olduğu fizyolojik zararı azaltmada etkili olduğunu, yaprak oransal su içeriği, stoma iletkenliği ve transpirasyon oranı üzerinde olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Yaprak oransal su içeriğinin tuzluluk+ALA veya tek başına tuzluluk uygulamasında 7. günden başlayarak düşüş gösterdiğini 14. gün sonunda tuzluluk+ALA bitkilerinin tuz uygulamasındaki bitkilere nazaran önemli derecede yüksek yaprak oransal su içeriği değerini koruduğunu saptamışlardır. Yaprak oransal su içeriğinin yüksek çıkması ALA'nın tuzluluk altındaki osmotik strese rağmen hücresel hidrasyonu iyileştirmesinden kaynaklanabilir (Youssef ve Awad, 2008). Araştırıcılar, tuz

uygulamasının stoma iletkenliği ve membran zaralanmasında önemli bir azalmaya sebep olduğunu, denemenin 28. gününde ALA uygulamasının stoma iletkenliğini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir. Tuzsuz koşullar altında ALA uygulaması yapılan ve yapılmayan konular arasında önemli bir farklılık gözlenmediğini bildirmişlerdir. ALA ile muamele edilen bitkilerin tuzluluk altında yüksek stoma iletkenliğini muhafaza etmelerinin sebebi yüksek yaprak oransal su içeriği ile ilişkilendirilebilir. ALA stomalardaki gaz alışverişindeki sınırlamayı azaltarak fotosentez oranının artmasına katkıda bulunmuş olabilir (Youssef ve Awad, 2008). Araştırıcılar, ALA uygulamasının elektrolit kaçağını önemli derecede düşürdüğünü, tuz ve tuz+ALA konularında membran zarar indeksinin daha yüksek bulunduğunu, ancak tuz+ALA konusunda yalnız tuz uygulamasından daha düşük seviyede kaldığını, tuzsuz koşullar altında ALA uygulamalı ve uygulamasız konular arasında önemli bir farklılık gözlenmediğini bildirmişlerdir. ALA'nın antioksidan enzimlerin aktivitesinin artışı ile ilgili olarak membran zararını azalttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada ve farklı türlerde yapılan birçok çalışmada tuzluluk stresinde Na birikiminin hücre membranlarına zarar verdiği bildirilmiştir. Araştırıcılar, tuzluluk uygulamasıyla beraber klorofil içeriğinde önemli bir azalmanın olduğunu, yalnızca tuz uygulaması yapılmış ya da hiçbir uygulama yapılmamış konulara göre, tuz uygulaması yapılmayan ALA ile tuz+ALA uygulamalarından en yüksek klorofil değerlerinin alındığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, yapraklardaki Na içeriğinin hem tuzluluk hem de tuzluluk+ALA uygulamalarında, tuzsuz uygulamadan önemli ölçüde daha yüksek seviyelerde olduğunu, ALA uygulamasının, tuz uygulaması altında ALA içermeyen bitkilere kıyasla Na içeriğini azalttığını ancak tuzsuz koşullarda herhangi bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. K içeriğinin ise hem tuzluluk hem de tuzluluk+ALA uygulamalarında azaldığını, ALA uygulamasının, tuzlu veya tuzsuz kontrol koşulları altında K içeriğinde önemli değişikliklere neden olmadığını bildirmişlerdir.

Roghabadi ve ark. (2014), Tak Danehe Mashhad kiraz çeşidi (*Prunus avium* L.) üzerinde yaptıkları çalışmada brassinosteroidin verim, meyve kalitesi ve depolanma üzerine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, farklı dönemlerde tomurcuk kabarması, meyve tutum başlangıcı, tomurcuk kabarması+meyve tutum başlangıcı, meyve tutum başlangıcı+her hasatta (hasat öncesi ve hasat sonrası) 10 farklı uygulama

olmak üzere 0 (kontrol), 0.25, 0.5 ve 0.75 mg L^{-1} BR uygulama dozları değerlendirilmiştir. Araştırıcılar, yapraktan BR uygulamasının organik asit, askorbik asit, meyve antosiyanin ve fenol içeriğini arttırarak meyve renklenmesini iyileştirdiğini, hasatta; meyve ağırlık, çap ve uzunluğunda, depolama sonrasında ise; meyve eti sertliğinde artış sağladığını bildirmişlerdir. Tomurcuk kabarması döneminde yapraktan BR uygulamasının meyve verimini arttırıp, meyve kalitesini iyileştirdiği, sonraki ve gecikmiş uygulamaların ise meyve kalitesi ve nicel özellikler üzerinde daha düşük etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Tak Danehe Mashhad kiraz çeşidinde diğer uygulamalarla karşılaştırılacak olunursa hasat öncesi 0.75 mg L^{-1} BR uygulaması+hasat sonrası 0.1 mg L^{-1} BR uygulaması ve hasat öncesi 0.75 mg L^{-1} BR uygulaması+hasat sonrası 0.2 mg L^{-1} BR uygulamasının daha fazla etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

İşçi ve Gökbayrak (2014), sofralık bir üzüm çeşidi olan Trakya İlkeren üzerinde yaptıkları çalışmada brasinolidlerin (22S, 23S-homobrassinolid) verim ve kalite üzerine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırıcılar 0 (kontrol), 10^{-3} ve 10^{-4} mg L^{-1} konsantrasyonlarında hazırlanan BR'yi omcaların çiçeklenme başlangıcında (mayısın ilk haftası) uygulamışlardır. Araştırmacılar, brassinosteroid uygulamasının sadece tane sapı kopma kuvveti üzerine etkili olduğunu, salkım ağırlığı, genişliği, uzunluğu, tane ağırlığı, toplam verim ile meyvede pH, toplam asitlik gibi kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Hilgenberg ve Ayub (2014), soğuklama ihtiyacını karşılayamamış elma ağaçlarında bir bitki gelişim düzenleyicisi olan brassinosteoroid kullanarak dormansiyi kırmayı ve yan sürgün gelişiminin teşvikini sağlamayı amaçlamışlardır. Araştırıcılar, bu amaçla Eva ve Julieta elma çeşitlerini 0, 0.004, 0.02, 0.1 ve 0.5 mg L^{-1} konsantrasyonlarındaki 24 EBL ile muamele etmişlerdir. Araştırmacılar, sürgün yüzdesini uygulamadan 50 gün sonra değerlendirirken, birincil ve ikincil dalların sayısı ve uzunluğunu uygulamadan 120 gün sonra değerlendirmiş ve sonuç olarak, elma ağaçlarında EBL'in yan dallardaki dormansiyi kırmada ve dalların gelişiminde etkili olmadığını saptamışlardır. Ancak çeşitlerin birincil dal sayısı ve uzunluğu ile

ilgili olarak önemli farklılıklar gösterdiği, Eva çeşidinin daha çok sayıda birincil dal oluştururken, Julieta çeşidinin daha uzun birincil dal oluşumu sergilediği bildirilmiştir.

Sadeghi ve Shekafandeh (2014), yenidünya bitkisinde 24-Epibrassinolidin tuzluluğa toleransı teşvik etmesindeki rolünü araştırdıkları çalışmada bitkileri tuzun 5 farklı seviyesi (0.5 (kontrol), 2, 4, 6 ve 8 dS m^{-1}) ile muamele etmiş, ardından bitkilere 24-EBL'nin farklı konsantrasyonlarını (0, 0.25, 0.5 ve 0.75 mg L^{-1}) püskürtmüşlerdir. Püskürtme işlemini birer hafta ara ile 3 kez tekrarlamış ve uygulamadan 6 hafta sonra verileri aldıklarını bildirmişlerdir. Tuz stresi altında bitki gelişim parametreleri ve klorofil içeriğinin azalırken, toplam çözünebilir şeker ve prolin içeriklerinin önemli ölçüde arttığını, yaprak klorofil içeriği üzerine, tuzluluk ve 24-EBL arasındaki yüksek interaksiyonun etkili olduğunu saptamışlardır. 24-EBL uygulamasının, incelenen parametreler üzerinde tuzluluğun olumsuz etkilerini azaltarak bitki gelişimini önemli derecede iyileştirdiği, ortamdaki tuzluluk artışı ile Na ve Cl iyon konsantrasyonunun artış, K'un ise azalış gösterdiği bildirilmiştir. Dışsal 24-EBL uygulamasının yaprak Na, K ve Cl içerikleri üzerinde önemli etkiler gösterdiğini, stres koşulları altında 0.5 mg L^{-1}, 24-EBL'nin en iyi konsantrasyon olduğunu belirtmişlerdir. Tuzlu koşullar altında 24-EBL dışsal uygulamasının, uygulama yapılmayan bitkilere göre yaprak Na içeriğinde düşüşlere sebep olduğunu saptamışlardır. Büyüme ortamındaki tuzluluğun artması yaprak ve kök K kapsamında önemli bir azalmaya sebep olsa da, dışsal 24-EBL uygulamasının stresli ve stressiz bitkilerdeki K içeriklerini değiştirdiğini, dışsal 24-EBL uygulamasının (tüm konsantrasyonlarda) aynı tuz koşullarında uygulama yapılmayan bitkilere göre, yaprak K içeriğini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir. NaCl'e maruz kalan bitkilerin yüksek miktarda Na alırken, K alımının önemli derecede azaldığı gözlemlenmiştir (Asharaf ve Akhtar, 2004).

Jin ve ark. (2015), 48 saat sıcaklık stresine (35 ve 40 ^{o}C) maruz bırakılan *Ficus concinna* fidanlarında dışsal 0.25 µM BRs uygulamasının reaktif oksijen türleri (ROS), antioksidan savunma mekanizması ve metilgliokzalaz (MG) toksinlerden ayrılma sisteminin olası mekanizmasını araştırmışlardır. Sonuçlara göre, askorbat peroksidaz (APX), süperoksit dismutaz (SOD), glutation S-tarnsferaz (GST), glutation peroksidaz (GPX) ve gliokzalaz II'nin (Gly II), her iki sıcaklık stresi değerlerinde de yükseldiği

bildirilmiştir. Katalaz (CAT), aktivitesi ve dehidroaskorbat redüktaz'ın (DHAR) kontrol ile karşılaştırılacak olunursa, yüksek sıcaklık stresi ile değişmediği, glutation redüktaz (GR), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) ve gliokzalaz I'in (Gly I) ise yalnızca orta dereceli sıcaklık stresinde arttığı belirtilmiştir. Bu koruyucu mekanizmalara rağmen, sıcaklık stresinin *Ficus* fidanlarında ROS, MDA ve MG seviyelerini arttırdığı, oksidatif stresi uyardığı ve nisbi su içeriği ile klorofil seviyesini ise düşürdüğü belirtilmiştir. 40 ^{o}C'de klorofil içeriğinin kontrole göre önemli derecede düştüğünü, ancak bu sıcaklıkta yapılan BRs uygulamasının klorofil içeriğini arttırdığını, kontrol ve 35 ^{o}C'lik uygulamalarda yapılan EBR uygulamasının klorofil içeriğinde önemli bir değişime sebep olmadığını bildirmişlerdir. 24 EBR'nin tek başına püskürtülmesinin enzimatik olmayan antioksidanlar üzerinde ve antioksidan enzimlerin aktifleşmesinde küçük bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Ancak, yüksek sıcaklık stresi altında EBR ön uygulamasının düşük ROS, MDA ve MG seviyelerinden de belli olduğu gibi, SOD, GST, GPX, APX, MHDAR, GR, DHAR, Gly I ve Gly II aktivitelerini arttırarak GSH ve AsA içeriğini arttırdığı, GSH ve AsA'nın yüksek redox durumunu koruyup, ROS ve MG toksin atımını geliştirdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak EBR'in, *Ficus* fidanlarında sıcaklık stresinin uyardığı oksidatif stresi, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunmayı ve gliokzalazı arttırarak hafifletici etki gösterebileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi AR-GE serasında yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak kullanılan Hicaznar çeşidine ait odun çelikleri, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü'nde bulunan verim çağındaki (8-10 yaşında) kapama bir nar bahçesinden temin edilmiştir. Denemede tuz kaynağı olarak; sodyum klorür (NaCl), potasyum kaynağı olarak; potasyum nitrat (KNO_3) (KN) ve bitki büyüme ve gelişme düzenleyici olarak ise; 24-Epibrassinolid (BR) kullanılmıştır. Deneme, perlit ortamında açık besleme sistemine göre yürütülmüştür. Bitkileri beslemek amacıyla Hoagland besin solüsyonu kullanılmıştır.

Hicaznar (07 N 08), kendine verimli, geç olgunlaşan ve mayhoş narlar arasında en küçük meyvelere sahip olan bir çeşittir (Şekil 3.1.). Verimlilik açısından çok yüksek değerlere sahiptir. Meyve ağırlığı ortalama 350 g, meyve eni ortalama 91 mm'dir. Meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine %95 kırmızıdır. Çeşit çok koyu renkli kabuk ve dane rengi nedeniyle yüksek bir albeniye sahiptir. Meyve çatlamasına karşı orta derecede eğilimi mevcuttur. Asitlik ortalama %1.9 olup, ekşiye yakın mayhoştur, 100 dane ağırlığı ortalama 26.1 g'dır. Çekirdekleri serttir. Suda çözünebilir kuru madde içeriği diğer çeşitlere göre oldukça yüksektir. Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde iyi yetişmesinden dolayı tercih edilen bir çeşittir. Muhafaza süresinin uzun, yola dayanımının yüksek olması avantajlı yönleri arasında sayılabilirken, Çukurova gibi bazı bölgelerde renklenme problemi göstermesi, tadının ekşiye yakın olması, çekirdeklerinin sert, danelerinin küçük olması ise olumsuz yanlarıdır (Onur, 1982; Gözlekçi, 1997; Özgüven ve ark., 1997; Yılmaz, 2005; Yılmaz ve Özgüven, 2009).



Şekil 3.1. Hicaznar çeşidine ait meyveden bir görünüm

3.2. Yöntem

Hicaznar çeşidi kullanılarak topraksız ortamda yürütülen bu çalışmada farklı tuz düzeylerine ilave KNO_3 ve iyileştirici olarak kullanılan dışsal BR uygulamalarının bazı bitki gelişim parametreleri ve fizyokimyasal özellikleri üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Denemede, NaCl (0, 100, 200 ve 300 mM) ile beraber ilave KNO_3 (0 - 10 mM KN) ve 24-Epibrassinolid (0 - 1 µM BR) uygulamaları yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre, her yinelemede 1 bitki olacak şekilde 5 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her uygulamada 10 bitki kullanılmıştır. Uygulamaların yapıldığı 10 bitkiden 5 adedi ilk yıl sökülüp, analiz edilmiştir. Geri kalan bitkilerde ertesi yıl aynı uygulamalara devam edilmiş ve ikinci yıl verileri için bu bitkiler değerlendirmeye alınmıştır. Bu araştırmada homojen, birbirine benzer gelişme özelliklerinde olan toplam 160 bitki kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Bitkisel materyalin hazırlığı, çeliklerin köklenme ortamına dikilmesi

3.2.1. Denemenin kurulması

Ağaçların tam olarak fizyolojik dinlenmeye girdiği dönemde (ocak-şubat), 1 yıllık sürgünlerden alınan yaklaşık 20 cm uzunluğundaki çelikler, köklenmeyi arttırmak amacıyla 1000 ppm'lik Indol Bütirik Asit (IBA) hormonuna bandırılarak, 18 Ocak 2017 tarihinde perlit ortamına dikilmişlerdir. Perlit ortamında elde edilen köklü çelikler gerekli bakımları yapılarak eylül ayına kadar köklendirme ortamında bekletilmiş, eylül ayı başında saksılara şaşırtılmışlardır (Şekil 3.2.-Şekil 3.4.).



Şekil 3.3. Çeliklerin sürmesi ve köklenme başlangıcı



Şekil 3.4. Deneme alanının hazırlığı ve sisleme ünitesi

3.2.2. Epibrassinolid çözeltisinin hazırlanması

Yapraktan uygulanan BR, 0.5 ml etanol içerisinde çözündürülüp, saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak elde edilen stok BR çözeltisinden hazırlanmış (Şekil 3.5.) ve yayıcı yapıştırıcı (%0.1 Tween-20) ilave edilerek kullanılmıştır (Hayat ve ark., 2012). Epibrassinolid yapraklardan (1 µM) uygulanmış, kontrol (0 µM) bitkilerine ise yalnızca Tween-20 içeren saf su püskürtülmüştür. 10 gün aralıklarla sabah erken saatlerde yapılan BR uygulamasına deneme sonlandırılıncaya kadar devam edilmiştir. Denemenin ilk yılında 5, ikinci yılında ise 6 uygulama yapılmıştır.



Şekil 3.5. Epibrassinolid hormon çözeltisinin hazırlanma aşamalarından görünümler

3.2.3. Bitkilerin yetiştirme ortamına alınması ve uygulamalar

Perlit ortamında köklendirilen bitkiler, yüksek sıcaklık ve düşük nem koşulları nedeniyle eylül ayına kadar köklendirme ortamında bekletilmiş, 09 Eylül 2017 tarihinde perlit ile doldurulmuş 8 L'lik saksılara şaşırtılmış, gölge evinde ve sisleme

ünitesi altında ortama adapte olmaları sağlandıktan sonra uygulamalara başlanılmıştır. Havaların soğumasıyla birlikte bitkiler sera içerisine alınmışlardır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Bitkilerin saksılara şaşırtılma işlemlerinden görünümler

Denemede kullanılan nar fidanları, dikimden sonraki ilk 20 gün yalnızca Hoagland solüsyonu (Çizelge 3.1.) ile sulanmış, 20. günden sonra (29.09.2017) deneme konularına başlanılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan Hoagland çözeltisinin içeriği (ppm) (Hoagland ve Arnon, 1950)

N	P	K	Mg	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Ca	Fe
210	31	234	48	0.5	0.5	0.02	0.05	0.01	200	2.8
Stok A									Stok B	

Farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 100, 200 ve 300 mM NaCl), ilave potasyum (0 - 10 mM KNO_3) ve BR (0 - 1 µM) uygulamaları yapılan ve yapılmayan bitkiler deneme konularını oluşturmuşlardır. Deneme konuları Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Osmotik şoktan kaçınmak için tuz uygulamalarına 50 mM NaCl ile başlanılmış ve daha sonraki günlerde kademeli olarak günlük 50 mM arttırılarak nihai tuz dozlarına ulaşılmıştır. Kontrol bitkileri ise standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Potasyum nitrat uygulaması besin solüsyonuna ilave edilerek verilmiştir (Şekil 3.7.-Şekil 3.9.). Denemenin ilk yılında (18.11.2017) her uygulamadaki bitkilerin yarısı sökülerek, gerekli fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

Denemenin ikinci yılında şubat sonu-mart başı gibi uyanmaya başlayan bitkilerin su ve besin maddesi ihtiyacı 04.05.2018 tarihine kadar Hoagland solüsyonu

kullanılarak sağlanmıştır. Uygulama konularına 5 Mayıs 2018 tarihinde başlanılmış ve aynı bitkiler üzerinde uygulamalara devam edilmiştir. İkinci yıl denemesi 09.07.2018 tarihinde sonlandırılmış, gerekli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmak üzere ikinci yıla bırakılan bitkilerin sökümleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme konuları

Konu	NaCl (mM)	KNO_3 (mM)	Epibrassinolid (BR) (µM)
Tuz_0 KN_0 BR_0	0	0	0
Tuz_0 KN_0 BR_1	0	0	1
Tuz_0 KN_{10} BR_0	0	10	0
Tuz_0 KN_{10} BR_1	0	10	1
Tuz_{100} KN_0 BR_0	100	0	0
Tuz_{100} KN_0 BR_1	100	0	1
Tuz_{100} KN_{10} BR_0	100	10	0
Tuz_{100} KN_{10} BR_1	100	10	1
Tuz_{200} KN_0 BR_0	200	0	0
Tuz_{200} KN_0 BR_1	200	0	1
Tuz_{200} KN_{10} BR_0	200	10	0
Tuz_{200} KN_{10} BR_1	200	10	1
Tuz_{300} KN_0 BR_0	300	0	0
Tuz_{300} KN_0 BR_1	300	0	1
Tuz_{300} KN_{10} BR_0	300	10	0
Tuz_{300} KN_{10} BR_1	300	10	1



Şekil 3.7. Denemenin kurulmasına ilişkin görünümler

Araştırmada kullanılan bitkilere verilen sulama suyu miktarları drenaj hacmine göre hesaplanmıştır. Ortamda daha fazla tuz birikiminin önüne geçmek amacıyla saksılara verilen çözeltinin %25'inin drene edilmesine dikkat edilmiştir.



Şekil 3.8. Denemeye sulama sisteminin kurulumu



Şekil 3.9. Gübre tanklarının dezenfeksiyonu ve besin solüsyonlarında EC-pH ölçümleri

3.2.4. Denemenin yürütüldüğü dönemlere ait bazı iklimsel parametreler

Deneme süresince ortam sıcaklık ve nemini tayin etmek üzere Onset Computer Corporation marka sıcaklık-nem sensörü (HOBO) (Cheng ve ark., 2000), fotosentetik aktif radyasyonu (quantum-PAR) belirlemek amacıyla ise DRM-FQ marka Dual Radiation Meter (Cheng ve ark., 2000) kullanılmıştır. Sıcaklık ve nem ölçümleri saatlik olarak kaydedilmiş olup, gün içindeki saatlik ortalamalar kullanılarak günlük ve haftalık ortalamalar hesaplanmıştır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. DRM-FQ marka dual radiation meter ve sıcaklık-nem sensörü (HOBO)

3.2.5. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı morfolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi

3.2.5.1. Bitki boyu (cm)

Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince her 10 günde bir, bitkinin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge metre kullanılarak cm cinsinden ölçülmüştür.

3.2.5.2. Toplam sürgün boyu (cm)

Deneme sonunda bitkinin toprak üstü kısmı kök bölgesinden ayrılmış ve bitki üzerinde gelişen tüm sürgünlerin boyları ölçülerek uygulamaların toplam sürgün boyu gelişimi üzerine olan etkisi cm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.5.3. Yan dal sayısı (adet bitki^{-1})

Tuz, potasyum ve BR uygulamalarının yan dal sayısı üzerine etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince her 10 günde bir, bitkilerdeki yan dal sayıları belirlenmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Yan dal sayısının belirlenmesi

3.2.5.4. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})

Yaprak sayısı üzerine uygulamaların etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince her 10 günde bir, bitkilerdeki tüm yapraklar sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Yaprak sayısının belirlenmesi

3.2.5.5. Yaprak yaş ağırlığı (g bitki^{-1})

Deneme sonunda bitki üzerinde bulunan tüm yapraklar gövdeden ayrılmış ve hassas terazide tartılarak yaprak yaş ağırlığı değerleri g bitki^{-1} olarak belirlenmiştir.

3.2.5.6. Yaprak kuru ağırlığı (g bitki^{-1})

Deneme sonunda yaprak yaş ağırlığı alınan yapraklar, etüvde 72 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve ardından hassas terazide tartılarak yaprak kuru ağırlık değerleri g bitki^{-1} olarak belirlenmiştir.

3.2.5.7. Gövde çapı (mm)

Yapılan uygulamaların gövde çapı üzerine etkisini belirlemek amacıyla her 10 günde bir, dijital kumpas yardımıyla perlit yüzeyinin 1-2 cm üzerinden ölçümler yapılarak mm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.5.8. Gövde yaş ağırlığı (g bitki^{-1})

Deneme sonunda, yapılan uygulamaların gövde yaş ağırlığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla bitkilerin toprak üstü kısmı kök bölgesinden ayrılmış, bitkilerin toprak üstü kısmı hassas terazi ile tartılarak gövde yaş ağırlığı g cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Gövde yaş ağırlığının belirlenmesi

3.2.5.9. Gövde kuru ağırlığı (g bitki^{-1})

Gövde yaş ağırlığı belirlenen bitkiler etüvde 72 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve ardından hassas terazide tartılarak gövde kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.5.10. Kök yaş ağırlığı (g bitki^{-1})

Yapılan uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla deneme sonunda bitkilerin kök kısmı perlitten tamamen temizlendikten sonra hassas terazide tartılarak kök yaş ağırlığı g cinsinden belirlenmiştir.

3.2.5.11. Kök kuru ağırlığı (g bitki^{-1})

Kök yaş ağırlığı belirlenen bitkiler etüvde 72 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve ardından hassas terazide tartılarak kök kuru ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir.

3.2.5.12. Kök uzunluğu (cm)

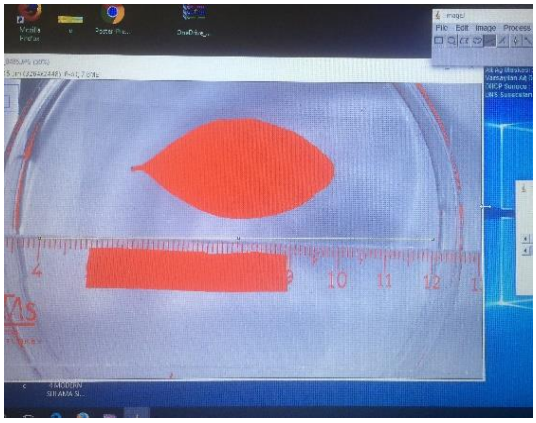
Deneme sonunda bitkilerin kök boğazından kök ucuna kadar olan bölge metre kullanılarak ölçülmüş ve kök uzunluğu cm cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. Kök uzunluğunun belirlenmesi

3.2.5.13. Yaprak alanı (cm^2 yaprak^{-1})

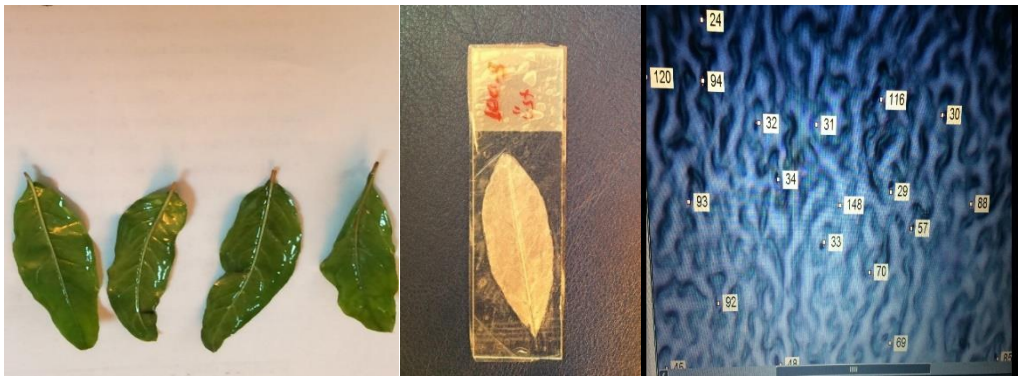
Deneme sonunda her bir yinelemeden sürgünlerin orta kısmında bulunan 10 adet yaprak örneği alınmış ve ImageJ programı kullanılarak (Açar ve ark., 2019) yaprak alanı değerleri cm^2 cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Yaprak alanının belirlenmesi

3.2.5.14. Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2})

Deneme sonunda sabah erken saatte her yinelemeden orta düzeyde gelişme gösteren 4 adet yaprak örneği alınmış ve bu örnekler en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmıştır. Alınan yaprak örneklerinin alt yüzeylerinden tırnak cilası ve bant yardımıyla stoma kalıpları alınmıştır. Alınan stoma kalıpları lam üzerine yerleştirilmiştir. Yaprak alt yüzeyindeki stoma sayımları 0.066 mm^2'lik görüş alanında gerçekleştirilmiştir. Stoma sayıları alınan yaprak örneklerinin her birinde 4 farklı bölgede sayım yapılarak belirlenmiştir (Şekil 3.16.). Stoma sayımı Las Leica D1000 model mikroskopta 10X mercekte büyütme ile saptanmış ve elde edilen değerler birim yüzey alana düşen stoma sayısı olarak ifade edilmiştir (Banon ve ark., 2004, Al-Saghir ve Porter, 2005, Belhadj ve ark., 2011).



Şekil 3.16. Yaprak örneklerinde stoma sayılarının belirlenmesi

3.2.6. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi

3.2.6.1. Yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) (%)

Yaprak nisbi su içeriğinin belirlenmesi amacıyla sabah saatlerinde alınan yaprak örnekleri tartılarak taze ağırlıkları belirlenmiştir. Tartımı yapılan örnekler ardından saf su ile doldurulmuş, kapaklı petri kapları içerisinde 24 saat süreyle bekletilerek turgor ağırlıkları saptanmıştır. Turgor ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 48 saat boyunca 72 ºC etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlık değerleri g olarak alınmıştır (Şekil 3.17.). Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak nisbi su içerikleri (%) hesaplanmıştır (Sanchez ve ark., 2004 ve Türkan ve ark., 2005).

YNSİ (%) = [(YA-KA)/(TA-KA)]x100 formülü ile hesaplanmıştır (Kaya ve ark., 2003).

YA: Yaprak yaş ağırlığı

TA: Turgor halindeki yaprak ağırlığı

KA: Yaprak kuru ağırlığı değerleridir.



Şekil 3.17. Yaprak nisbi su içeriğinin belirlenmesi

3.2.6.2. Klorofil indeksinin belirlenmesi (CCI)

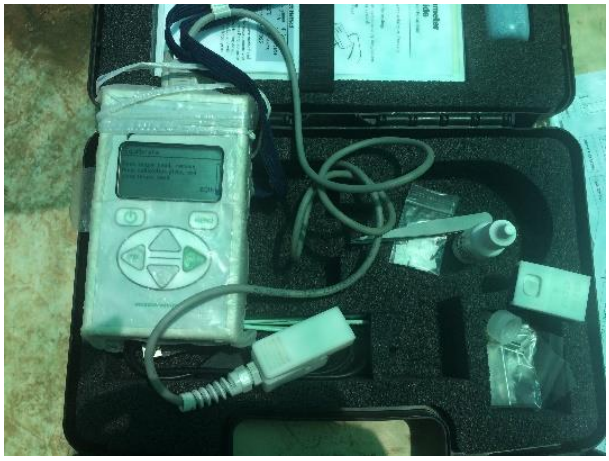
Deneme süresince her 15 günde bir bitki büyüme ucundan itibaren 4. ve 5. yapraklarda klorofil konsantrasyon indeksini belirlemek amacıyla CCM-200 Plus (Apogee Instruments, Inc., Logan, UT) taşınabilir klorofilmetre ile ölçülmüştür (Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. CCM-200 Plus (Apogee Instruments, Inc., Logan, UT) taşınabilir klorofilmetre

3.2.6.3. Stoma iletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)

Deneme süresince stoma iletkenlik değerleri her 15 günde bir 10:00 ile 14:00 saatleri arasında bitki büyüme ucundan itibaren 4. ve 5. yapraklarda DECAGON marka (DECAGON DEVICES. INC. Pullman, USA) taşınabilir porometre cihazı kullanılarak yapılmış ve ölçümler mmol $m^{-2}s^{-1}$ cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.19.). Porometrenin okuma ucuna yerleştirilmiş okuma sensörü yaprağın alt kısmına gelecek şekilde ayarlama yapılmıştır (Khayyat ve ark., 2014).



Şekil 3.19. Stoma iletkenliği ölçümlerinde kullanılan porometre

3.2.6.4. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliğinin belirlenmesi (%)

Membran geçirgenliği, hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978; Fan ve Blake, 1994). Bitkilerinin üstten 5. ve 6. yapraklarından alınan diskler, de-iyonize su içerisinde oda sıcaklığında 4 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş (EC_1), aynı diskler 100 ^oC'de 10 dakika bekletilip, ardından oda sıcaklığında EC değeri tekrar ölçülmüştür (EC_2) (Şekil 3.20.). Elde edilen EC değerleri aşağıdaki formüle yerleştirilerek, yaprak hücrelerinde membran geçirgenliği (%) belirlenmiştir (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998).

Membran geçirgenliği = EC_1 / EC_2 x 100



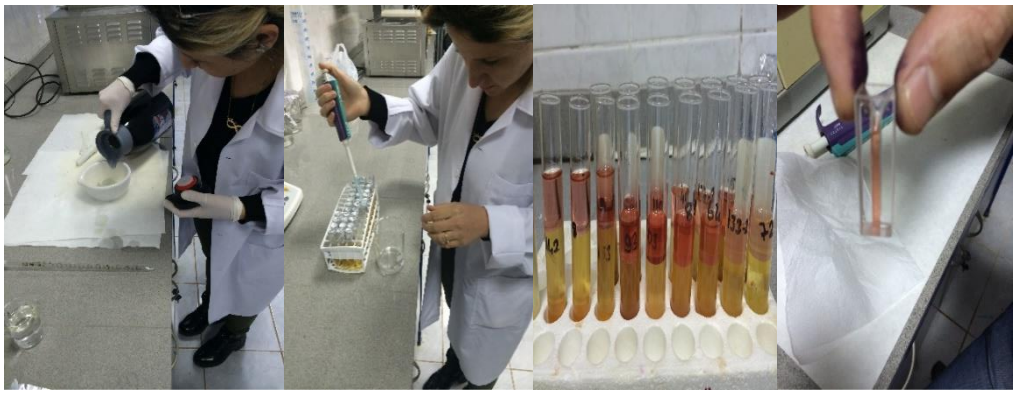
Şekil 3.20. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliğinin belirlenmesi

3.2.7. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi

3.2.7.1. Yapraklarda prolin konsantrasyonunun belirlenmesi (µmol g^{-1} ta)

Prolin analizi Bates ve ark. (1973)'na göre yapılmıştır. 0.5 g taze yaprak örneği 10 ml sülfosalisilik asit ile homojenize edilerek filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrattan 2 ml alınmış ve üzerine 2 ml asit ninhidrin (1.25 g ninhidrinle 30 ml glasiyel asetik asit ve 20 ml 6 M fosforik asit kullanılarak hazırlanmıştır) ve 2 ml glasiyal asetik asit ilave edilerek 100 ºC'de 1 saat inkübe edilmiştir. Reaksiyon buz banyosunda sonlandırılmıştır. Daha sonra reaksiyon karışımına 4 ml soğuk toluen ilave edilerek vorteksle 15-20 saniye karıştırılmıştır. Ayrılan toluen fazı alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve absorbans değerleri U.V. spektrofotometresinde 520 nm dalga boyunda okunmuştur (Şekil 3.21.). Hazırlanan standartlara göre oluşturulan standart eğrisinde prolin miktarları formüldeki gibi hesaplanmıştır.

[(µg prolin/ml toluen)/115.5 µmol] /[(g örnek)/5]=µmol prolin/g materyalin taze ağırlığı



Şekil 3.21. Prolin konsantrasyonunun belirlenmesi

3.2.7.2. Lipit peroksidasyonunun (MDA) belirlenmesi (nmol g^{-1} ta)

Malondialdehit (MDA) olarak ifade edilen lipit peroksidasyonunu belirlemek amacıyla alınan yaprak örnekleri sıvı azot içerisinde dondurularak laboratuvar

ortamına getirilmiştir. 0.5 g alınan yaprak örneği 10 ml (%0.1) trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edilmiş, ardından 15 000 rpm'de santrifüjlenmiş ve süpernatanttan 1 ml alınıp, üzerine 4 ml %20'lik TCA içinde çözündürülmüş %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 30 dakika süresince 95 ^{o}C'lik sıcak su banyosunda bekletilmiş, daha sonra buz içinde soğutularak reaksiyon hızlıca sonlandırılmıştır. Soğutulan örnekler 10 dakika 10 000 rpm'de tekrar santrifüjlenmiş, ardından spektrofotometrede 532 ve 600 nm'de okunmuş ve aşağıdaki formül kullanılarak MDA miktarı belirlenmiştir (Heath ve Packer 1968; Sairam ve Saxena 2000.)

$$MDA\ (nmol\ g^{-1}\ ta) = [(A532-A600)/155\ 000] \times 10^{6}$$

3.2.8. Farklı konsantrasyonlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde bazı bitki besin element içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

3.2.8.1. Yaprakta mineral madde analizleri (%)

Deneme sonunda alınan yaprak örneklerinde kalsiyum, potasyum ve sodyum analizleri Kacar ve İnal (2008)'a göre yapılmıştır. Yaprak örnekleri etüvde 65 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülerek analize uygun hale getirilmiştir. Öğütülmüş yaprak örneklerinden alınan 1'er g'lık numuneler 250 ml'lik erlenmayer içerisinde Nitrik-Perklorik Asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra, ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi) cihazında Ca, K ve Na içerikleri belirlenmiştir (Şekil 3.22.).



Şekil 3.22. Yaprakta ve kökte mineral madde analizleri

3.2.8.2. Kökte mineral madde analizleri (%)

Deneme sonunda sökümü yapılan bitkilerin köklerindeki kalsiyum, potasyum ve sodyum içerikleri Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir. Alınan kökler etüvde 65 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülerek analize uygun hale getirilmiştir. Öğütülmüş örneklerden alınan 1'er g'lık numuneler 250 ml'lik erlenmayer içerisinde Nitrik-Perklorik Asit karışımıyla yaş yakıldıktan sonra Ca, K ve Na içerikleri ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analizler

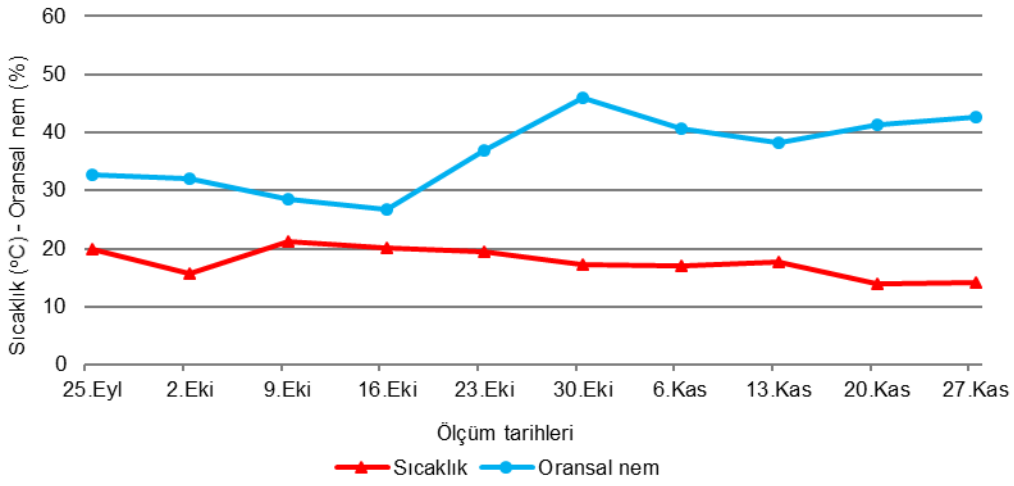
Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve elde edilen verilerin karşılaştırılmasında LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanmıştır. İncelenen özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Denemenin Yürütüldüğü Döneme Ait Bazı İklimsel Veriler

4.1.1. Ortalama hava sıcaklık (ºC) ve oransal nem değerleri (%)

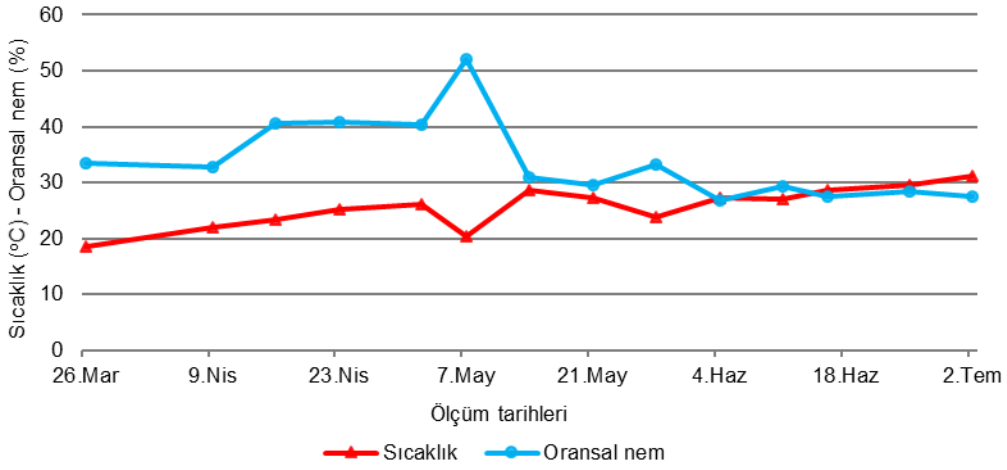
Denemenin yürütüldüğü her iki yıla ait ortalama hava sıcaklık ve oransal nem değerleri Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir. Şekil 4.1.'den de görüldüğü üzere denemenin yürütüldüğü 2017 yılının sonbahar döneminde kaydedilen ortalama en yüksek sıcaklık 21.1 ºC ile 9 Ekim tarihinde ölçülürken, ortalama en düşük sıcaklık değeri ise 14.1 ºC ile 27 Kasım tarihinde ölçülmüştür. Aynı dönemin ortalama hava oransal nem değerlerine bakıldığında, en yüksek hava oransal nem içeriği %46.0 ile 30 Ekim tarihinde, en düşük ortalama hava oransal nemi ise %26.7 ile 16 Ekimde kaydedilmiştir.



Şekil 4.1. Denemenin ilk yılına ait ortalama sıcaklık ve hava oransal nem düzeyleri (2017)

Denemenin ikinci yılında, 2018 yılının ilkbahar döneminde belirlenen ortalama en yüksek sıcaklık değeri 2 Temmuz tarihinde 31.2 ºC olarak kaydedilirken, en düşük değer 26 Mart tarihinde 18.6 ºC olarak ölçülmüştür. Aynı dönemin ortalama hava oransal nem değerlerine bakıldığında, en yüksek hava oransal nem içeriğinin %51.9

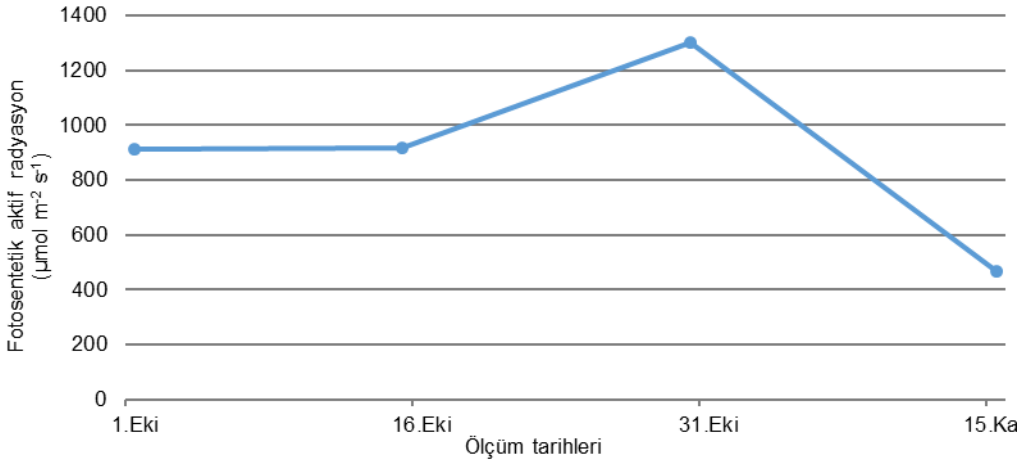
ile 7 Mayıs tarihinde, en düşük ortalama hava oransal neminin ise %28.8 ile 4 Haziranda kaydedildiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Denemenin ikinci yılına ait ortalama sıcaklık ve hava oransal nem düzeyleri (2018)

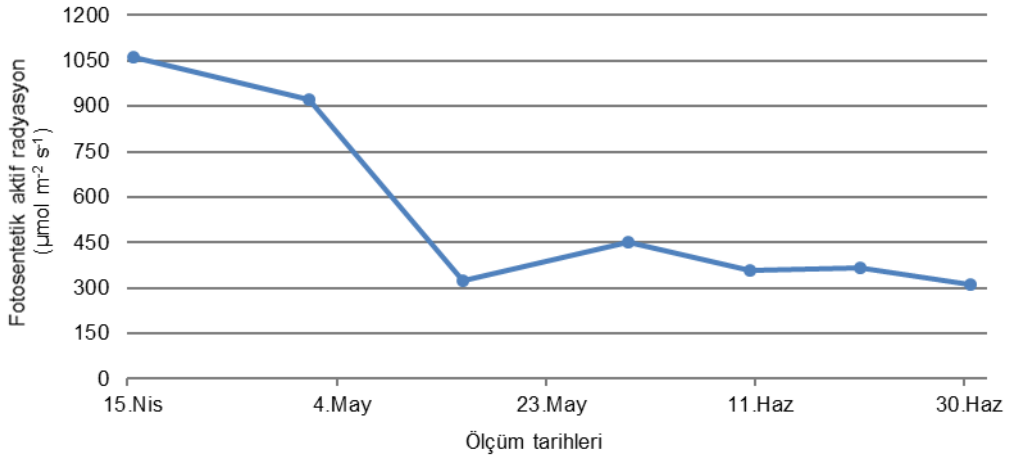
4.1.2. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR)

Denemenin ilk yılına ait fotosentetik aktif radyasyon ölçümleri Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Ekim ayı sonlarına kadar yüksek değerlerde bulunun fotosentetik aktif radyasyon değeri kasım ayı ile beraber düşüşe geçmiş, en yüksek değer 1300 µmol m^{-2} s^{-1} ile 30 Ekim tarihinde kaydedilirken, en düşük değer ise 468 µmol m^{-2} s^{-1} ile 15 Kasım tarihinde kaydedilmiştir.



Şekil 4.3. Denemenin ilk yılında kaydedilen fotosentetik aktif radyasyon (2017)

Denemenin ikinci yılına ait fotosentetik aktif radyasyon ölçümleri Şekil 4.4.'de verilmiştir. Mayıs ayına kadar açıkta bırakılan bitkiler hava sıcaklığındaki artışla beraber gölge materyali altına alınmış ve iklimsel verilerin takibi bu gölge materyali altında gerçekleştirilmiştir. Ölçülen en yüksek fotosentetik aktif radyasyon değeri 1062 µmol m^{-2} s^{-1} ile 15 Nisan tarihinde kaydedilirken, en düşük değer ise 312 µmol m^{-2} s^{-1} ile 30 Haziran tarihinde kaydedilmiştir.



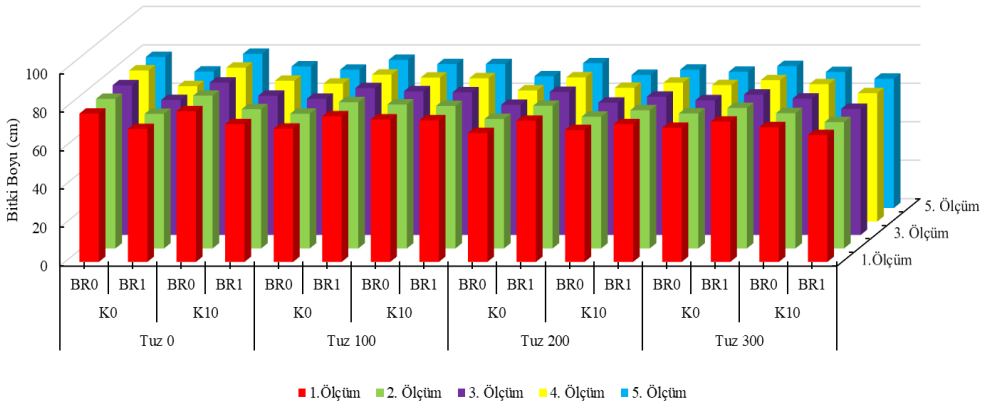
Şekil 4.4. Denemenin ikinci yılında kaydedilen fotosentetik aktif radyasyon (2018)

4.2. Morfolojik Analizler

4.2.1. Bitki boyu (cm)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal BR uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak ölçümler alınmıştır. Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi Şekil 4.5.'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

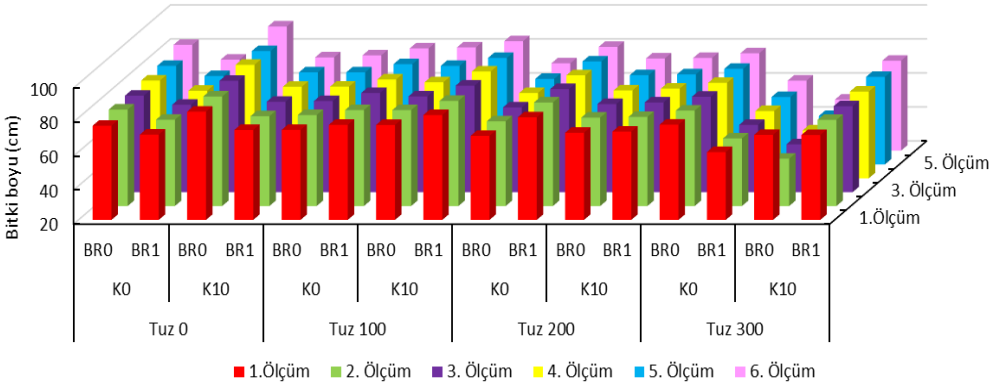
Şekil 4.5.'te görüleceği üzere denemenin ilk yılında bitki boyu gelişiminin tuz dozlarındaki artışla beraber kontrole göre daha düşük kaldığı, en düşük bitki boyu gelişiminin Tuz_{300} uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. İlave potasyum nitrat ve BR uygulamalarının ise bitki boyu değerlerini önemli oranda etkilemediği ancak, bazı konularda bitki boylarının artmasına neden olduğu saptanmıştır. Deneme sonunda en uzun bitki boyu değeri Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasında, en kısa bitki boyu değeri ise Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasında ölçülmüştür.



Şekil 4.5. Denemenin birinci yılında uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi (2017)

Denemenin ikinci yılında da tuz uygulamalarıyla beraber bitki boylarının kısa kaldığı ve en düşük bitki boylarının Tuz_{300} uygulamasında olduğu belirlenmiştir. İlave potasyum nitrat ve BR uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi ise konulara göre değişiklik göstermiştir. Şekilden de görüleceği üzere Tuz_{300} uygulamasına ait bazı

bitkilerde meydana gelen bir takım fiziksel zararlanmalar ve kurumalar neticesinde bitki boylarında düşüşlerin olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Denemenin ikinci yılında uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi (2018)

Tuz, ilave potasyum nitrat ve dışsal olarak uygulanan BR'in bitki boyu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre her iki yılda da tuz uygulamasının bitki boyu üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir etkisinin olduğu, potasyum nitrat ve BR uygulamalarının ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında ise her iki yılda da Tuz*KN ve KN*BR uygulamaları önemsiz bulunurken, ilk yıl Tuz*BR uygulamasının önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.-4.2).

Çizelge 4.1.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık bitki boyu değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk ve ikinci yıl en yüksek bitki boyu değerleri sırasıyla 75.88 ve 80.88 cm ile tuzun 0 mM olduğu kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük bitki boyları ise yıl sırasına göre 70.21 cm ve 65.31 cm ile tuzun en yüksek olduğu Tuz_{300} uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artış, bitki boylarının azalmasına neden olmuştur. KN ve BR uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi ise her iki yılda da istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	
	2017	**2018**
Tuz_0	75.88 a	80.88 a
Tuz_{100}	74.71 a	80.27 a
Tuz_{200}	72.12 ab	75.25 ab
Tuz_{300}	70.21 b	65.31 b
LSD	**4.388****	**12.294****
KN_0	73.83	75.31
KN_{10}	72.63	75.54
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	73.31	75.57
BR_1	73.14	75.28
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*BR uygulamasının bitki boyu üzerine olan etkisi ilk yıl %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçlar Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek bitki boyu (79.42 cm) Tuz_0 BR_0 uygulamasından elde edilirken, en düşük bitki boyu ise (69.83 cm) Tuz_{300} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.

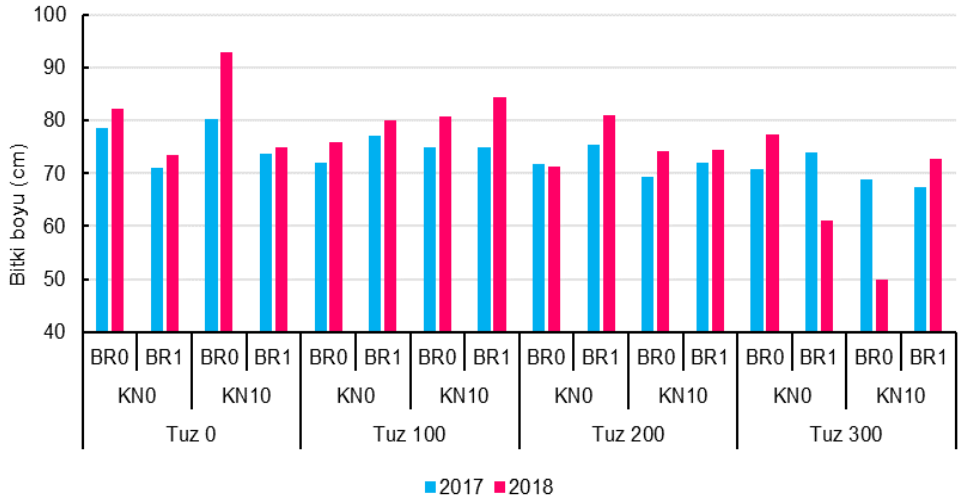
Çizelge 4.2. Tuz*BR uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Bitki boyu (cm)
0	0	79.42 a
	1	72.33 bc
100	0	73.43 bc
	1	75.99 ab
200	0	70.57 c
	1	73.67 bc
300	0	69.83 c
	1	70.58 c
LSD		**4.616***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre bitki boyu üzerine etkisi Şekil 4.7.'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere her iki yılda da en uzun boylu bitkiler yıl sırasına göre 80.22 ve 93.00 cm ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük bitki boyları ise ilk yıl 67.28 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasında ölçülürken, ikinci yıl 50.00 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasında ölçülmüştür. İkinci yıl bitki boyundaki bu düşüş Tuz_{300} uygulamadaki bazı bitkilerin kuruması ve daha sonra da kırılmasından kaynaklanmaktadır. Wahome (2003), NaCl stres semptomları gösteren bitkilerin sürgünlerinin bazı kısımlarını kaybedebileceklerini bildirmiştir.

Her iki yılda da KN_{10} konusu bitki boyu gelişimini Tuz_0 ve Tuz_{100} konularında arttırırken, Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularında azalmalara sebep olmuştur. Bu durum, çözeltide çözünen madde miktarının fazla olmasından dolayı yükselen osmotik basınçtan kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.7. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre bitki boyu üzerine etkisi

Bitkilerde tuzluluk ve tuzluluk kaynaklı su stresinin ilk semptomları; yetersiz sürgün oluşumu, yetersiz uzama ve zayıf kök gelişimidir. Hussain ve ark. (1997), tuzun büyümeyi engellediğini, bitki gelişimini azalttığını ve hatta yüksek doz uygulamalarında (özellikle eşik değeri üzerindeki tuzluluklarda) bitki ölümlerine neden olduğunu bildirmişlerdir. Bhantana ve Lazarovitch (2010), narı tuzluluğa karşı orta derecede hassas bir bitki olarak gruplandırmışlardır. Jain ve Dass (1988) ile Patil ve Waghmare (1982), toprak tuzluluğunun artışıyla beraber nar bitkilerinde bitki boyunun önemli derecede azaldığını benzer şekilde, Naeini ve ark. (2006), tuzluluğun narda gelişim parametrelerini şiddetle azalttığını bildirmişlerdir. Küçükyumuk ve ark. (2014), kiraz üzerinde yaptıkları çalışmada sulama suyundaki tuz içeriğinin artışına paralel olarak bitki boyu değerlerinin azalma gösterdiğini, en iyi bitki boyu gelişiminin en düşük tuz içeriğine sahip su ile sulanan konudan alındığını bildirmişlerdir.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen birçok tür ile ilgili yapılan çalışmalarda; Kaya ve ark. (2003), çilekte $Ca(NO_3)_2$ ve KNO_3, Iglesias ve ark. (2004), mandarinde KNO_3,

Kamiab ve ark. (2013), fıstık fidanlarında serbest poliamin, Amri ve ark. (2011), nar bitkisi üzerinde spermidin ve putresin, Erkılıç (2005) ise biberde salisilik asidin sürgün uzunluğu üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, tuz uygulamalarının bitki gelişimini geriletirken, iyileştirici uygulamalarının olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Çağlayan ve Demoğlu (2005), çevresel strese maruz kalan bitkilerde potasyumun yararlı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Demirel ve ark. (2014), mısır bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada tuzsuz koşullarda potasyum noksanlığının, tuzlu koşullarda ise aşırı potasyum uygulamasının bitkiye ait agronomik özellikleri genel olarak düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çoğu zaman stres altında olmayan bitkilerde nitrat uygulamalarının önemli bir iyileştirici etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2003). Li ve ark. (2012b), tuzluluk stresi altındaki *Malus hupehensis* bitkisine 0.1 µM melatonin uygulaması yaptıkları çalışmada en fazla sürgün yüksekliğinin kontrol konusu ile melatonin uygulamasından alınırken, melatonin ve tuz uygulamasıyla beraber bu gelişimin azaldığı, en az uzamanın ise tuz konusundan alındığını bildirmişlerdir.

Elde edilen bulgular ve diğer araştırmacı sonuçları da dikkate alındığında gerek fiziksel gerekse de fizyolojik olarak birçok gelişim parametresi üzerinde olumsuz etkilere sebep olan tuz stresinin, bitkide fotosentezi azaltarak ya da sebep olduğu osmotik etki nedeniyle yeterli su ve bitki besin maddesi alınımına engel olması neticesinde bitki gelişimini engellediği ile ilgili bulgular sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Elde ettiğimiz iki yıllık sonuçlar neticesinde tuz stresindeki artışla beraber bitki boyu değerlerinde düşüşlerin olduğu, tek başına KN ve BR uygulamalarının ise önemli bir etki göstermedikleri belirlenmiştir. Ancak Tuz*BR kombinasyonunda öne çıkan BR_1 uygulaması her ne kadar arttırıcı etki gösterse de bu artış kontrol seviyesine ulaşmada yeterli olmamıştır. Çalışmalardan elde edilen farklı sonuçların, kullanılan iyileştiricinin etki mekanizması, kullanılan tür ya da çeşit ile uygulama şekli ya da zamanı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

4.2.2. Toplam sürgün boyu (cm)

Tuz, ilave potasyum nitrat ve dışsal olarak uygulanan BR'in toplam sürgün boyu üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları, tuz uygulamasının toplam sürgün boyu üzerindeki etkisinin istatistiksel anlamda önemli, potasyum nitrat ve BR uygulamalarının ise önemsiz olduğunu göstermiştir. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında ise Tuz*KN ve KN*BR uygulamalarının istatistiksel anlamda önemsiz, ancak Tuz*BR uygulamasının ise önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.-4.4.). Toplam sürgün boyu değerleri sadece denemenin ikinci yılında alınmıştır.

Çizelge 4.3.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait toplam sürgün boyu değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının toplam sürgün boyu üzerine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toplam sürgün boyu değeri 420.31 cm ile tuzun 0 mM olduğu kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük toplam sürgün boyu ise 241.38 cm ile tuzun en yüksek olduğu 300 mM'lık tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artışla beraber toplam sürgün boylarında beklenildiği üzere düzenli bir azalma görülmüştür. Potasyum nitrat ve BR uygulamalarının toplam sürgün boyu üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının toplam sürgün boyu üzerine etkisi

Uygulamalar	Toplam sürgün boyu (cm)
Tuz_0	420.31 a
Tuz_{100}	303.83 b
Tuz_{200}	287.48 b
Tuz_{300}	241.38 c
LSD	**45.776****
KN_0	313.56
KN_{10}	312.94
LSD	**Ö.D.**
BR_0	313.07
BR_1	313.43
LSD	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*BR uygulamasının toplam sürgün boyu üzerine etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.4.'de görüldüğü üzere toplam sürgün boyu en uzun bitkiler 442.13 cm ile Tuz_0 BR_0 uygulamasından elde edilirken, en düşük toplam sürgün boyları ise 215.92 cm ile Tuz_{300} BR_0 uygulamasında ölçülmüştür. Tuz

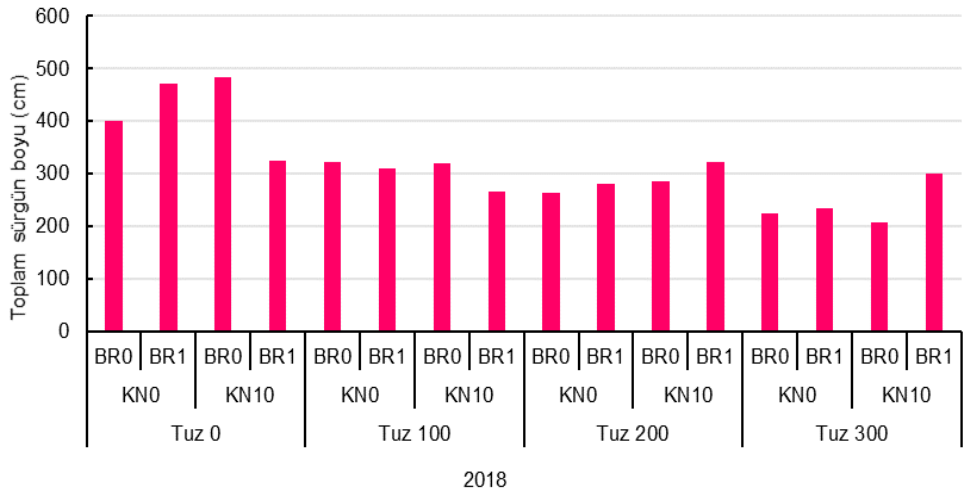
uygulamasındaki artış toplam sürgün boyu değerlerinde azalmalara sebep olurken, stresin artması BR uygulamasının etkinliğini de arttırmış, Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularında BR uygulamalarının öne çıkmasına sebep olmuştur.

Çizelge 4.4. Tuz*BR uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	BR (µM)	Toplam sürgün boyu (cm)
0	0	442.13 a
	1	398.50 a
100	0	320.33 b
	1	287.33 bc
200	0	273.92 bc
	1	301.04 bc
300	0	215.92 d
	1	266.83 c
LSD		**48.150***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonuna ait toplam sürgün boyu değerleri Şekil 4.8.'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere toplam sürgün boyu en uzun bitkiler 482.92 cm ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük toplam sürgün boyları ise 207.00 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasında ölçülmüştür.



Şekil 4.8. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun toplam sürgün boyu üzerine etkisi (2018)

Artan NaCl seviyesi ile birçok tarımsal ürünün kök, sürgün ve yaprak büyüme biyokütlesindeki azalma ile ilgili benzer bulgular daha önce başka araştırıcılar

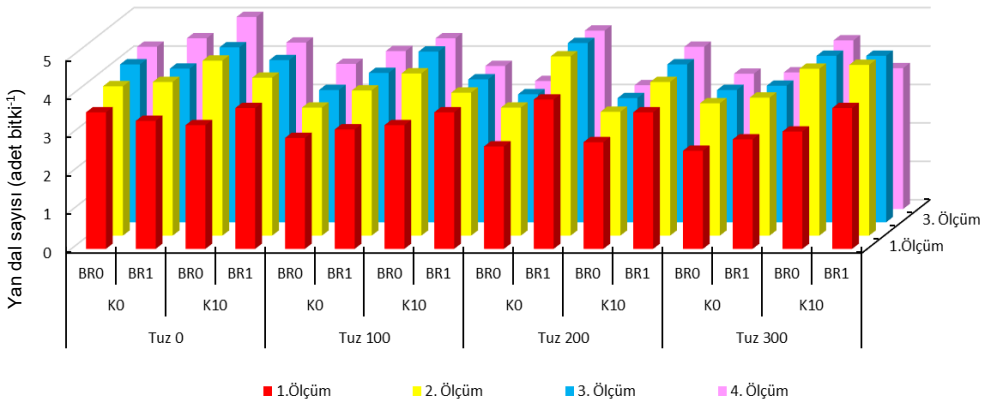
tarafından da bildirilmiştir (Anthraper ve Dubois 2003, Aragués ve ark., 2004, Sairam ve Tyagi 2004, Hajer ve ark., 2006). Wahome (2003), NaCl stres semptomları gösteren bitkilerin sürgünlerinin bazı kısımlarını kaybedebileceklerini bildirmiştir. Küçükyumuk ve ark. (2014), kiraz üzerinde yaptıkları çalışmada, vejetatif gelişim parametreleri genel olarak değerlendirildiğinde, sulama suyunun tuz içeriğinin artmasıyla birlikte kiraz fidanlarında bitki gelişiminin olumsuz etkilendiğini ve yavaşladığını bildirmişlerdir. Okhovatian-Ardakani ve ark. (2010), 10 farklı nar çeşidi üzerinde, 3 farklı tuzluluk seviyesini denedikleri çalışmada bazı çeşitlerin tuza karşı dayanım göstererek hayatta kalırken, bazılarının ise gelişim gösteremeyip kuruduklarını, tuzluluk artışıyla beraber vegetatif gelişmeni düştüğünü bildirmişlerdir. Kuşvuran (2010) kavunda, Süyüm (2011) karpuzda, Erkılıç (2005) ise biberde yaptıkları çalışmalarda, tuz uygulamasının bitkilerde büyümeyi sınırlandırdığını ve bitki boylarında azalmaların meydana geldiğini saptamışlardır.

Khoshbakht ve ark. (2014), tuz stresi altında bulunan turunçgillerde, Iglesias ve ark. (2004), ise mandarinlerde tuz uygulamasıyla beraber bitki gelişiminin gerilediğini her iki çalışmada da KNO_3 uygulamasının fotosentezi arttırarak bitki gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Raveh ve Levy (2009), altıntop üzerinde yürüttükleri çalışmada ise meyve ağaçlarını geri kazanılmış tuzlu su ile sulamanın KNO_3 uygulamalarına rağmen verim ve gelişimi düşürdüğünü saptamışlardır. Kamiab ve ark. (2013), tuzluluk stresi altındaki fıstık fidanlarında serbest poliaminlerin (PAs) koruyucu etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada en fazla sürgün uzunluğu gelişiminin 25 mM'lık tuz ve 1 mM Spm uygulamasından alındığını bildirmişlerdir.

Araştırıcıların bulguları, bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Çalışmada yapılan uygulamaların bitki boyu gelişiminden ziyade, toplam sürgün boyunda meydana getirdiği farklılığın daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Toplam sürgün boyu tuzluluk artışından ciddi bir biçimde olumsuz etkilenmiş, KN ve BR uygulamalarının toplam sürgün boyu üzerindeki olumlu etkisinin yüksek tuz dozlarında belirgin hale geldiği ve bu artışın uygulamalara göre farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

4.2.3. Yan dal sayısı (adet bitki^{-1})

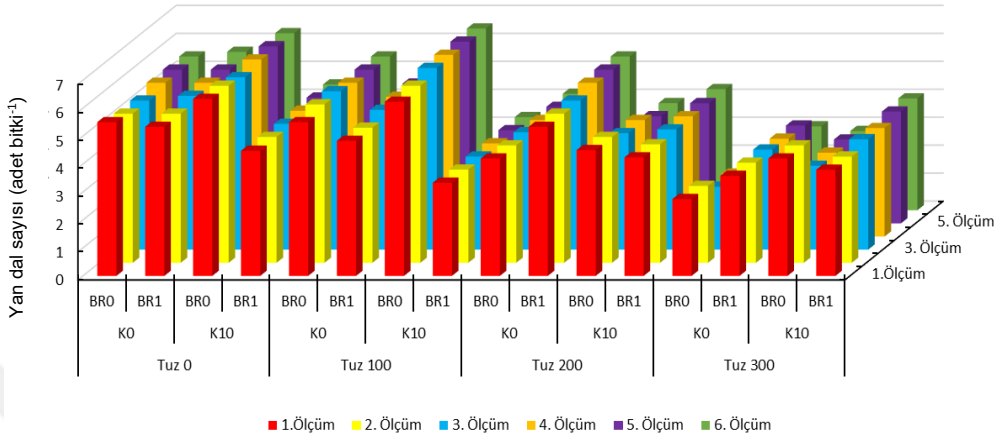
Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının bir vegetatif gelişim parametresi olan yan dal sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak sayımlar yapılmıştır. Uygulamaların zaman içerisindeki yan dal sayısı üzerine olan etkisi Şekil 4.9.'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Tuz dozlarının artışına paralel olarak bitkide yan dal gelişim düzeyi azalmış, en iyi gelişim Tuz_0 konusundan, en düşük gelişim ise Tuz_{200} ve Tuz_{300} uygulamalarından elde edilmiştir. İlave potasyum nitrat ve BR uygulamalarının yan dal sayısı üzerinde etkili olmadığı, deneme sonunda en fazla yan dal sayısı Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasında, en az yan dal sayısı ise Tuz_{200} KN_{10} BR_0 uygulamasında belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Denemenin birinci yılında uygulamaların yan dal sayısı üzerine etkisi (2017)

Şekil 4.10.'da denemenin ikinci yılına ait dönemsel yan dal gelişimi ve uygulamaların zaman içerisindeki etkisi ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere Tuz_{100} konusunun Tuz_0, Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularına göre yan dal gelişimi en iyi olan konu olduğu, tuz dozundaki artış ile beraber bitkilerde dallanmanın azaldığı, bunun yanı sıra Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularındaki bitkilerde meydana gelen bir takım fiziksel zararlanmalar, kurumalar ve kırılmalar neticesinde yan dal gelişimi ile ilgili bazı olumsuzlukların olduğu gözlemlenmiştir. Potasyum nitrat ve BR

uygulamalarının bazı konularda nispeten olumlu etki yaptığı saptanmıştır. Deneme sonunda en fazla yan dal sayısı Tuz_{100} KN_{10} BR_0 uygulamasında, en az yan dal sayısı ise Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Denemenin ikinci yılında uygulamaların yan dal sayısı üzerine etkisi (2018)

Yan dal sayısı üzerine tuz, ilave potasyum nitrat ve dışsal BR uygulamalarının ilk yıl önemli bir etkisinin olmadığı, ancak ikinci yıl yalnızca tuz uygulamasının önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında ise ilk yıl tüm uygulamaların önemsiz, ikinci yıl Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının önemli olduğu bulunmuştur. (Çizelge 4.5.-4.7).

Çizelge 4.5.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yan dal sayısı değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yan dal sayısı üzerine etkisi ilk yıl önemsiz bulunurken, ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk ve ikinci yıl en fazla yan dal sayısı sırasıyla 4.50 ve 5.50 adet $bitki^{-1}$ ile tuzun 0 mM olduğu kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük yan dal sayıları ise yıl sırasına göre 3.78 cm ve 2.90 adet $bitki^{-1}$ ile tuzun en yüksek olduğu 300 mM'lık tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artış, yan dal sayılarında azalmalara sebep olmuştur. KN ve BR uygulamalarının yan dal sayısı üzerindeki etkisi ise her iki yılda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yan dal sayısı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yan dal sayısı (adet bitki^{-1})	
	2017	**2018**
Tuz_0	4.50	5.50 a
Tuz_{100}	4.01	5.08 a
Tuz_{200}	3.86	4.46 a
Tuz_{300}	3.78	2.90 b
LSD	**Ö.D.**	**1.207****
KN_0	3.95	4.51
KN_{10}	4.13	4.46
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	3.99	4.55
BR_1	4.09	4.42
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

İkinci yıl yan dal sayısı değerlerine bakıldığında, Tuz*BR uygulamasının %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Çizelge 4.6.'da görüleceği üzere en fazla yan dal sayısı 6.00 adet bitki^{-1} ile Tuz_{100} BR_0 konusundan, en az yan dal sayısı ise 2.92 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} BR_0 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Tuz*BR uygulamasının yan dal sayısı üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	BR (µM)	Yan dal sayısı (adet bitki^{-1})
0	0	5.92 a
	1	5.08 ab
100	0	6.00 a
	1	4.17 b
200	0	4.00 b
	1	4.92 ab
300	0	2.92 c
	1	3.50 bc
LSD		**1.707****

**p<0.01 düzeyinde önemli

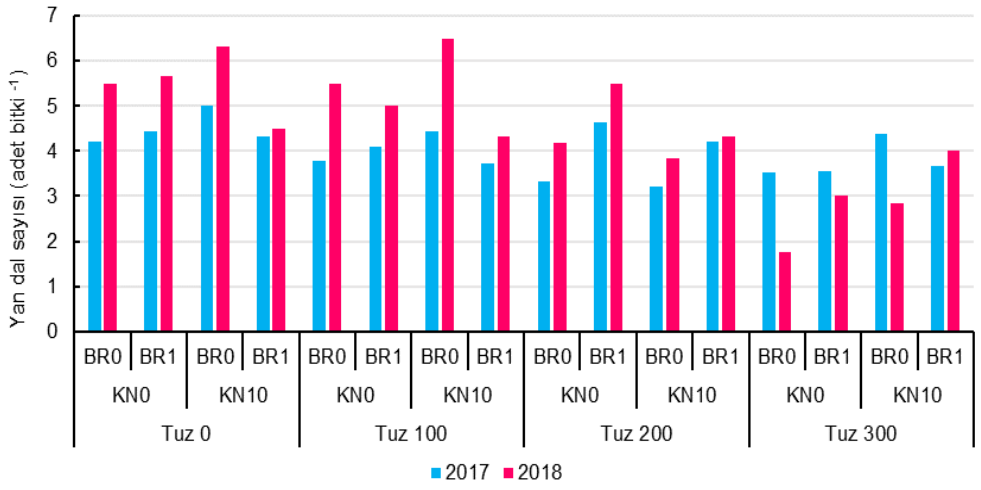
İkinci yıl KN*BR uygulamasının yan dal sayısı üzerindeki etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7.). KN*BR uygulamasına baktığımızda ise en fazla yan dal sayısı 4.88 adet bitki^{-1} ile KN_{10} BR_0 konusundan alınırken, en az yan dal sayısı ise 4.04 adet bitki^{-1} ile KN_{10} BR_1 konusunda belirlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. KN*BR uygulamasının yan dal sayısı üzerine etkisi (2018)

KNO_3 (mM)	BR (µM)	Yan dal sayısı (adet bitki^{-1})
0	0	4.23 ab
	1	4.79 a
10	0	4.88 a
	1	4.04 b
LSD		**0.746***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonuna ait sonuçlar Şekil 4.11.'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere denemenin ilk yılında en fazla yan dal sayısı 5.00 adet bitki^{-1} ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusunda olurken, denemenin ikinci yılında en fazla yan dal sayısını 6.50 adet bitki^{-1} ile Tuz_{100} KN_{10} BR_0 konusu vermiştir. En az yan dal sayısı 3.22 adet bitki^{-1} ile ilk yıl Tuz_{200} KN_{10} BR_0 konusunda, ikinci yıl ise 1.75 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında belirlenmiştir. İkinci yıl yan dal sayısındaki bu düşüşler Tuz_{300} uygulamasındaki bazı bitkilerin kuruması, kırılması ve fiziksel zarara uğramasından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yan dal sayısı üzerine etkisi

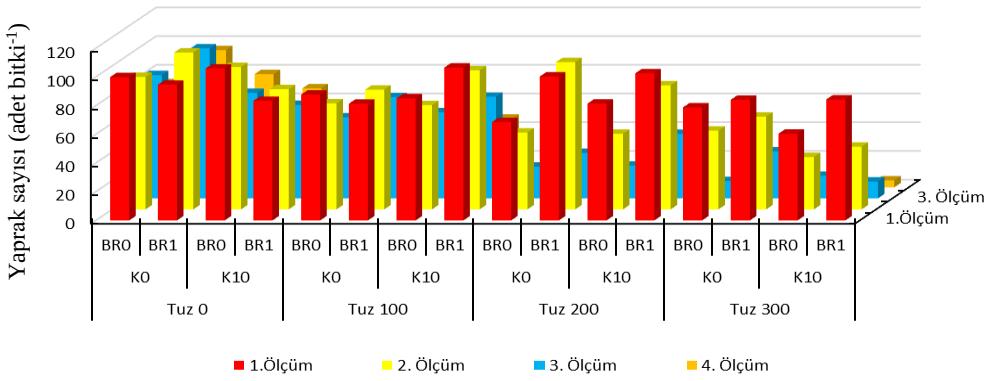
Naeini ve ark. (2006), narda, Küçükyumuk ve ark. (2014), kirazda yaptıkları çalışmalarda, tuzluluğun gelişim parametrelerini azalttığını bildirmişlerdir. Elhindi ve ark. (2016) kişniş üzerinde yaptıkları çalışmada, en fazla dallanmanın 0 mM tuz konusuyla beraber 10 mM KNO_3 uygulamasından alındığını, en az dallanmayı ise 80 mM tuz konusunda 0 mM KNO_3 uygulamasının verdiğini bildirmişlerdir. Farklı bitki

türlerinde yapılan çalışmalarda da tuz içeriği yüksek sularla yapılan sulamaların bitki boyu başta olmak üzere vejetatif gelişim parametreleri üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu ve gelişimi azalttığı bildirilmiştir (Yurtseven ve ark., 1996; Mohammad ve ark., 1998; Ünlükara ve ark., 2008; Cemek ve ark., 2011).

Araştırıcıların bulguları bu çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Genel olarak literatürlerde ve bu çalışmada da vurgulandığı üzere belirli bir seviyenin üzerindeki tuz uygulamaları tüm vegetatif gelişim parametrelerinde olduğu gibi yan dal sayısında da azalmalara sebep olmuştur. Düşük tuz koşullarında BR kullanımı herhangi bir olumlu etki göstermezken, Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularında konsantrasyon artışına paralel olarak yan dal sayısı da artmış, ancak bu artış Tuz_0 ve Tuz_{100} uygulamalarından daha düşük seviyede kalmıştır. KN*BR kombinasyonlarında ise tek başına bir iyileştirici kullanmanın daha olumlu sonuçlar verdiği, KN ve BR'in beraber olduğu konulardan daha düşük değerler alındığı belirlenmiştir.

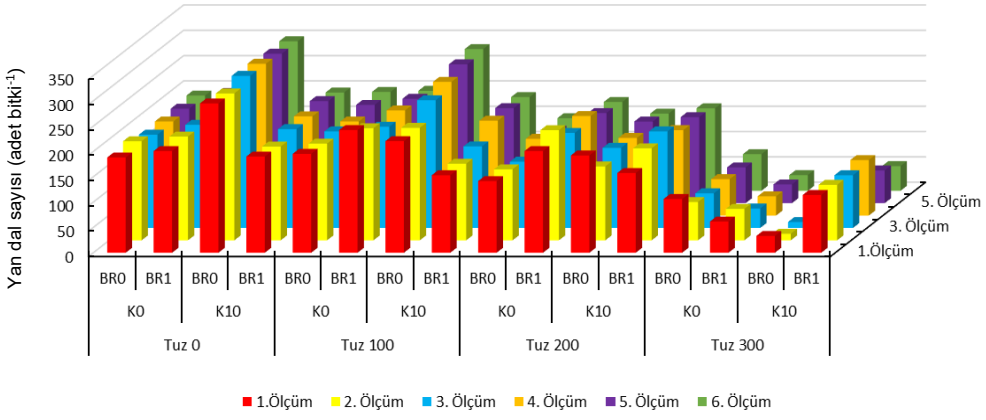
4.2.4. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})

Tuz uygulamasıyla beraber bitkilerde stres şartlarını hafifletici özelliklere sahip olduğu bilinen potasyum nitrat ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde yaprak sayısı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak yaprak sayımları yapılmıştır. Uygulamaların zaman içerisindeki yaprak sayısı üzerine olan etkisi Şekil 4.12.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Tuz dozlarının artışına paralel olarak bitkideki yaprak sayısının giderek azaldığı ve en az yaprak sayısının Tuz_{300} uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Dönem içerisinde en fazla yaprak dökümü Tuz_{300} konusunda olurken bunu sırasıyla Tuz_{200}, Tuz_{100} ve Tuz_0 konuları izlemiştir. Ancak iyileştirici olarak uygulanan dışsal KN ve BR uygulamalarının bazı konularda yaprak dökümünü azalttığı belirlenmiştir. Deneme sonunda Tuz_0 KN_0 BR_1 uygulaması bitki üzerinde en fazla yaprak sayısı bulunduran konu olurken, en az yaprak sayısı ise Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.12. Denemenin birinci yılında uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkisi (2017)

Yaprak sayısı açısından denemenin ikinci yılını değerlendirecek olursak; ilk yılda olduğu gibi tuz dozlarının artışına paralel olarak bitkideki yaprak sayısının giderek azaldığı ve en az yaprak sayısının Tuz_{300} uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. İlave potasyum nitrat ve BR uygulamaları tuz dozlarına bağlı olarak değişik etkilerde bulunmuşlardır. Denemenin ikinci yılında en fazla yaprak sayısının Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusunda, en az yaprak sayısının ise Tuz_{300} KN_{10} BR_0 konusunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Denemenin ikinci yılında uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkisi (2018)

Tuz uygulamasıyla beraber potasyum nitrat ve BR uygulamalarının yaprak sayısı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre, her iki yılda da tuz uygulamasının yaprak sayısı üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir

etkisi olduğu belirlenirken, potasyum nitrat ve BR uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Uygulamaların etkileri birlikte değerlendirildiğinde her iki yılda da Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları önemsiz, denemenin ikinci yılında ise yalnızca Tuz*KN uygulaması önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.8.-4.9).

Çizelge 4.8.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yaprak sayısı değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk ve ikinci yıl en fazla yaprak sayısı değerleri sırasıyla 78.99 ve 220.83 adet bitki^{-1} ile tuzun 0 mM olduğu kontrol uygulamasından elde edilirken, en az yaprak sayıları yine yıl sırasına göre 6.42 ve 38.29 adet bitki^{-1} ile tuzun en yüksek olduğu 300 mM'lık uygulamadan elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artış, bitki başına düşen yaprak sayısının azalmasına neden olmuştur. KN ve BR uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})	
	2017	**2018**
Tuz_0	78.99 a	220.83 a
Tuz_{100}	43.53 b	214.50 a
Tuz_{200}	18.25 c	158.63 b
Tuz_{300}	6.42 c	38.29 c
LSD	**13.206****	**43.137****
KN_0	36.54	151.10
KN_{10}	37.06	165.02
LSD	**Ö.D**	**Ö.D.**
BR_0	34.12	166.04
BR_1	39.48	150.08
LSD	**Ö.D**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

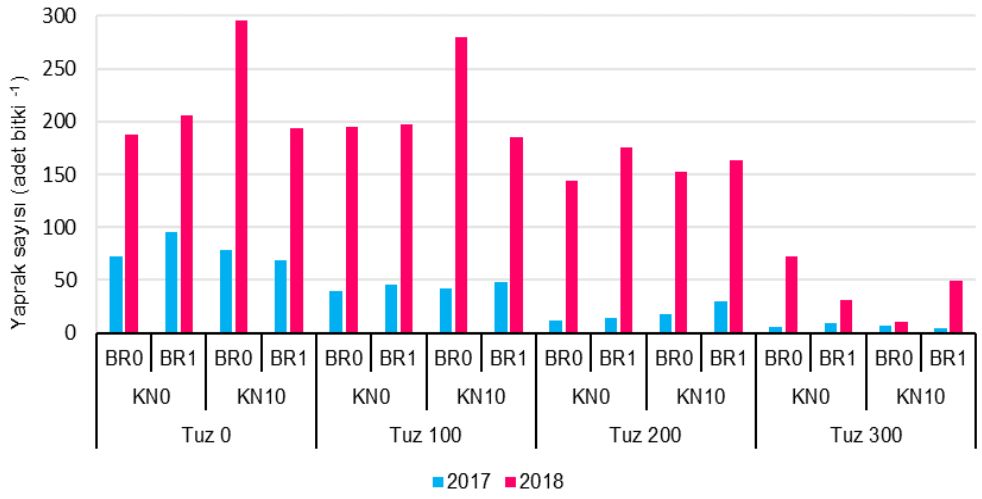
Tuz*KN uygulamasının yaprak sayısı üzerine olan etkisi ikinci yıl %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en fazla yaprak sayısı Tuz_0 KN_{10} konusunda belirlenirken (244.83 adet bitki^{-1}), en az yaprak sayısı Tuz_{300} KN_{10} uygulamasından (24.92 adet bitki^{-1}) elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. Tuz*KN uygulamasının yaprak sayısı üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	KN (mM)	Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})
0	0	196.83 ab
	10	244.83 a
100	0	196.42 ab
	10	232.58 a
200	0	159.50 b
	10	157.75 b
300	0	51.67 c
	10	24.92 c
LSD		**48.78***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR üçlü kombinasyonundan elde edilen ortalamalar Şekil 4.14.'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere, ilk yılda en fazla yaprak sayısı 95.56 adet bitki^{-1} ile Tuz_0 KN_0 BR_1 uygulamasından, ikinci yıl ise 295.50 adet bitki^{-1} ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir. En az yaprak sayıları ilk yıl 4.83 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasında, ikinci yıl ise 11 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasında belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak sayısı üzerine etkisi

Tuzluluk sebebiyle meydana gelen yaprak dökümü bitki gelişiminde birtakım gerilemelere neden olabilir. (Gómez Cadenas ve ark., 1998). Jain ve Dass (1988) ile Patil ve Waghmare (1982), toprak tuzluluğunun artışıyla beraber nar bitkilerinde yaprak sayısının önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Khoshbakht ve ark.

(2014), turunçgillerde, Iglesias ve ark. (2004), mandarinde, Hojjatnooghi ve ark. (2014) ise fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilerde yaprak dökümünün arttığını ancak, ilave nitrat uygulamasının yaprak dökümünü azaltıcı bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Kuşvuran, (2010) farklı kavun genotipleri üzerinde yaptığı çalışmada, tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin yaprak sayılarında değişen oranlarda azalmalar olduğunu bildirmiştir. Li ve ark. (2012b), *Malus hupehensis* bitkisinde 100 mM NaCl uygulamasının yaprak dökümünün arttığını, ancak tuz ile beraber 0.1 µM melatonin uygulamasının yaprak dökümünü azalttığını saptamışlardır. Kamiab ve ark. (2013), fıstık fidanlarında tuzluluk stresindeki artışın, yalnızca kök ve sürgün gelişimini azaltmadığını (Karimi ve ark., 2009) aynı zamanda yaprak dökümü ve diğer toksisite semptomlarına da neden olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırıcıların bulguları bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Tuzlu koşullar altında bitkinin en önemli fotosentez organlarından biri olan yapraklarda zararlanmaların, nekroz oluşumlarının ve daha ileri seviyelerde dökümlerin yaşandığı birçok araştırıcı tarafından da bildirilmiştir. Tuz stresinin sebep olduğu osmotik ve/veya antagonistik etki ile kök bölgesinde oluşan fizyolojik kuralık nedeniyle köklerin toprakta bulunan su ve besin elementlerinden yeteri kadar faydalanamaması bitkinin en önemli organlarından biri olan yaprakların kaybına sebep olabilmektedir. Çalışmada ilave KN uygulaması, düşük tuzluluk seviyeleri altında yaprak sayısı üzerinde olumlu etkilerde bulunurken, stresin arttığı konularda önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. BR uygulaması ise her iki yılda da önemli bir etkide bulunmamıştır. Elbette ki bu durumun bitki türüne, çeşidine, yetiştirilen ortam ve ekolojik şartlara bağlı olarak farklılık gösterebileceği de unutulmamalıdır.

4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Tuz uygulamasıyla beraber bitkilerde stres şartlarını hafifletici etkiye sahip olduğu bilinen potasyum nitrat ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde yaprak yaş ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla her iki yılda da sökümü yapılan bitkilerin yaprak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Uygulamaların yaprak yaş ağırlığı

üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamalarının her iki yılda da istatistiksel anlamda önemli, KN uygulamalarının önemsiz, BR uygulamasının ise ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.10.). Her iki yılda da Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yaprak yaş ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak yaş ağırlığı, yıllara göre sırasıyla 4.89 ve 26.04 g ile Tuz_0 konusundan elde edilmiştir. En düşük yaprak yaş ağırlığı değerleri ise yine yıllara göre sırasıyla 0.85 ve 6.45 g ile Tuz_{300} konusunda belirlenmiştir. KN uygulamaları denemenin her iki yılında da önemsiz bulunmuştur. BR uygulaması ise denemenin ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup BR_1 konusu 17.27 g ile BR_0 konusundan (16.09 g) daha yüksek bir değer vermiştir.

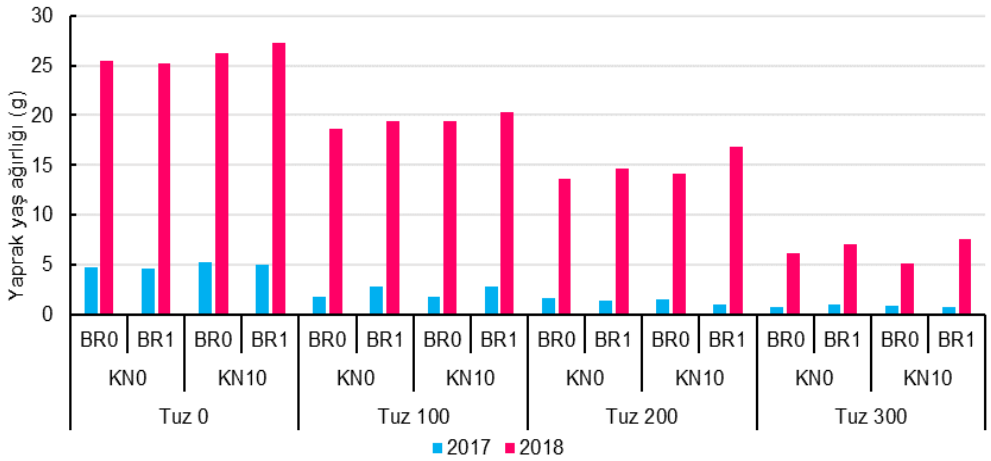
Çizelge 4.10. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak yaş ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	4.89 a	26.04 a
Tuz_{100}	2.24 b	19.45 b
Tuz_{200}	1.40 c	14.78 c
Tuz_{300}	0.85 c	6.45 d
LSD	**0.738****	**2.103****
KN_0	2.34	16.27
KN_{10}	2.35	17.10
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	2.29	16.09 b
BR_1	2.40	17.27 a
LSD	**Ö.D.**	**1.107***

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Şekil 4.15.'te tuz, KN ve BR kombinasyonunun yaprak yaş ağırlığı üzerindeki etkisi verilmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek yaprak yaş ağırlığı değeri 5.18 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasında, en düşük yaprak yaş ağırlığı ise 0.74 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek

yaprak yaş ağırlığı 27.31 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasında, en düşük yaprak yaş ağırlığı ise 5.08 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.15. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi

Artan NaCl seviyesinin bitkilerde kök, sürgün ve yaprak büyümesini azalttığı ile ilgili benzer bulgular daha önce başka araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Anthraper ve Dubois 2003, Aragués ve ark., 2004, Sairam ve Tyagi 2004, Hajer ve ark., 2006). Karimi ve Hasanpour (2014), narda yaptıkları çalışmada farklı çeşitlerin kuraklık ve tuzluluğa karşı farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Bazı çeşitlerde hafif tuz uygulamasıyla yaprak taze ve kuru ağırlığının kontrole kıyasla arttığını, ancak bazı çeşitlerin ise düşük tuz seviyelerine dâhi tolerans gösteremeyerek kontrol değerinin altında kaldığını bildirmişlerdir. Kasırga (2009), Gemlik zeytin fidanlarında artan tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin toplam taze ağırlıklarını belirgin bir şekilde değiştirmediğini, bildirmiştir. Tsabarducas ve ark. (2015), 3 limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, tuz uygulamasının yaprak taze ağırlığını azalttığını, iyileştirici olarak uygulan ilave potasyum nitrat uygulamasının tuzun bitki gelişimi üzerindeki negatif etkisini ortadan kaldıramadığını bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmada tuz uygulaması yaprak yaş ağırlığında önemli azalmalara sebep olurken, KN uygulaması önemli bir etki yapmamış, BR uygulamalarının ise yaprak yaş ağırlığı üzerinde farklı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Yapılan

çalışmayı destekleyen sonuçlar literatürlerde bulunmaktadır. Ancak elde edilen farklı sonuçların türe, çeşide, uygulama şekli ya da zamanı gibi faktörlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaprak yaş ağırlığı alınan bitkilerde yaprak kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Uygulamaların yaprak kuru ağırlığı üzerindeki etkilerini belirlemek etmek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da yaprak kuru ağırlığı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu, KN uygulamasının her iki yılda da önemsiz, BR uygulamasının ise denemenin yalnızca ilk yılında önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde Tuz*BR uygulaması denemenin ilk yılında önemli, Tuz*KN ve KN*BR uygulamaları ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11.-4.12.).

Çizelge 4.11.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yaprak kuru ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak kuru ağırlık değerleri yıllara göre sırasıyla 2.09 ve 11.62 g ile Tuz_0 konusundan alınmıştır. Her iki yılda da Tuz_{300} konusu en düşük değerleri vermiş olup yıllara göre sırasıyla 0.35 ve 3.09 g olarak belirlenmiştir. KN uygulaması denemenin her iki yılında da önemsiz bulunmuştur. BR uygulaması ise denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. İlk yıl BR_1 konusu 1.20 g ile BR_0 konusuna (0.98 g) nazaran daha yüksek bir değer vermiştir.

Çizelge 4.11. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak kuru ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	2.09 a	11.62 a
Tuz_{100}	1.03 b	8.47 b
Tuz_{200}	0.88 b	6.90 b
Tuz_{300}	0.35 c	3.09 c
LSD	**0.248****	**2.283****
KN_0	1.12	7.35
KN_{10}	1.05	7.69
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	0.98 b	7.15
BR_1	1.20 a	7.89
LSD	**0.176****	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

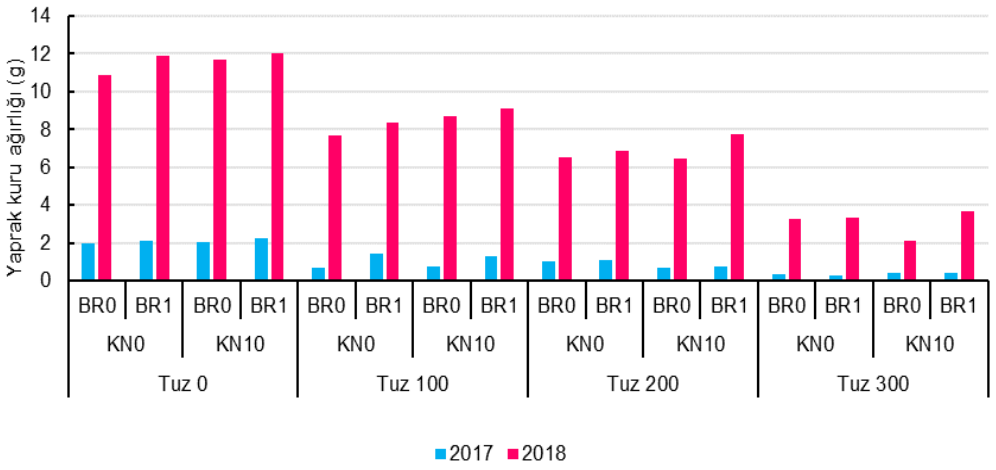
Tuz*BR uygulamasının yaprak kuru ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.12.'de verilmiştir. En yüksek yaprak kuru ağırlığı 2.17 g ile Tuz_0 BR_1 konusunda, en düşük değer ise 0.34 g ile Tuz_{300} BR_1 konusunda belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Tuz*BR uygulamasının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Yaprak kuru ağırlığı (g)
0	0	2.01 a
	1	2.17 a
100	0	0.71 cd
	1	1.35 b
200	0	0.84 c
	1	0.92 c
300	0	0.37 de
	1	0.34 e
LSD		**0.350****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Üçlü kombinasyon halinde değerlendirilen tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerindeki etkisi Şekil 4.16.'da verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere yıllara göre sırasıyla en yüksek yaprak kuru ağırlığı değerleri 2.21 ve 12.01 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından alınırken, en düşük yaprak kuru ağırlığı değerleri, ilk yıl 0.29 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından, ikinci yıl ise 2.08 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.



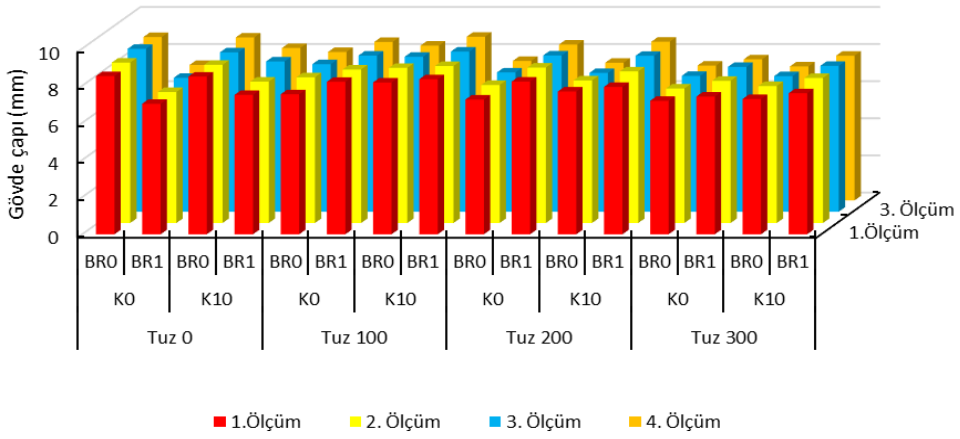
Şekil 4.16. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi

Karimi ve Hasanpour (2014), narda farklı çeşitlerin kuraklık ve tuzluluğa karşı farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, tuzluluk stresi altında bulunan 2 farklı portakal (Khoshbakht ve ark., 2014) ve 3 farklı limon çeşidi üzerinde (Tsabarducas ve ark., 2015) yürüttükleri çalışmalarda tuz uygulamasının her iki çalışmada da yaprak kuru ağırlığı üzerinde azaltıcı etkilere sebep olduğunu, iyileştirici olarak kullanılan ilave potasyum nitrat uygulamasının ise portakalda olumlu etkilere sebep olurken, limonda yalnız tek bir çeşitte iyileşme sağladığını bildirmişlerdir. Gimeno ve ark. (2009), 2 farklı limon anacı üzerinde yaptıkları çalışmada tuz ve tuz+potasyum nitrat uygulamalarının her iki çeşitte de yaprak kuru ağırlığını düşürdüğünü, tuzluluğun bu olumsuz etkisinin nedeninin, yaprak Cl ve Na toksisitesinin yanı sıra, osmotik etkinin olabileceğini bildirmişlerdir.

Literatür incelendiğinde araştırıcıların bu konu ile ilgili yaptıkları araştırmalarda bitki türüne ve çeşidine bağlı olarak farklı sonuçlar elde ettikleri görülmektedir. Çalışmada tuz stresi uygulaması yaprak kuru ağırlığında önemli azalmalara sebep olurken, KN uygulaması önemli bir etki yapmamış, BR uygulamalarının ise arttırıcı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir.

4.2.7. Gövde çapı (mm)

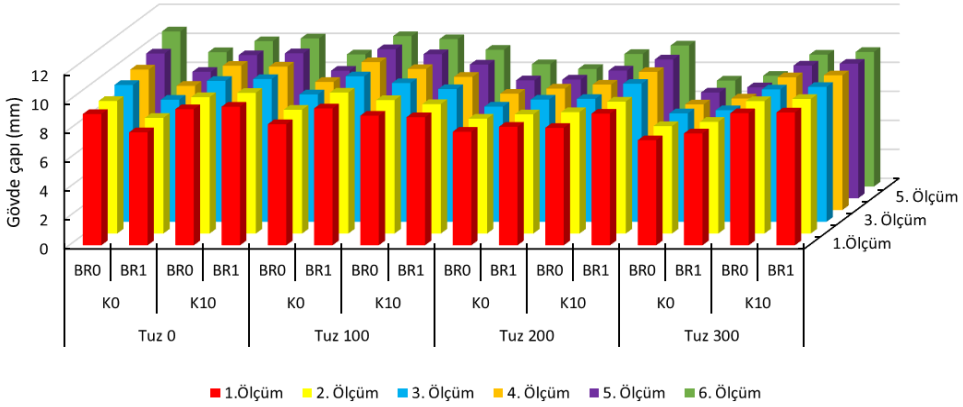
Tuzluluk stresi altındaki bitkilerin fiziksel özelliklerinden biri olan gövde çapı gelişimi üzerine ilave potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak ölçümler alınmış ve son gövde çapı değeri deneme sonlandırılmadan önce ölçülerek belirlenmiştir. Uygulamaların zaman içerisinde gövde çapı üzerine olan etkisi Şekil 4.17.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Tuz dozlarının artışına paralel olarak gövde çaplarının giderek azaldığı ve dönem sonunda en düşük gövde çapı gelişiminin Tuz_{300} uygulamasında olduğu gözlenmiştir. Ancak iyileştirici olarak uygulanan dışsal KN ve BR uygulamalarının bazı konularda gövde çapı değerlerinde olumlu etkilerde bulunduğu saptanmıştır. En yüksek gövde çapı değerleri Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamasından elde edilirken, en düşük gövde çapı değerleri Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.17. Denemenin birinci yılında uygulamaların gövde çapı üzerine etkisi (2017)

Denemenin ikinci yılındaki gövde çapı gelişimi ve uygulamaların zaman içerisindeki etkisi Şekil 4.18.'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi tuz dozlarındaki artışla beraber gövde çapı gelişiminde azalmaların ve denemenin ilk yılında olduğu gibi kuruyan bitkilerin (Tuz_{300}) olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra dışsal KN ve BR uygulamaları gövde çapı gelişimi üzerinde farklı etkilerde bulunduğu

belirlenmiştir. En yüksek gövde çapı değerleri Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamasından elde edilirken, en düşük değer Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.18. Denemenin ikinci yılında uygulamaların gövde çapı üzerine etkisi (2018)

Tuz stresi altındaki bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve BR'in gövde çapı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da gövde çapı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu, potasyum nitrat uygulamasının yalnızca ikinci yıl önemli, BR uygulamasının ise her iki yılda da önemsiz olduğu bulunmuştur. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde denemenin ilk yılında Tuz*BR uygulaması önemli, diğer tüm uygulamaların her iki yılda da önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.13.-4.14).

Çizelge 4.13.'de tuz, KN ve BR uygulamalarına ait iki yıllık gövde çapı değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi ilk yıl %5, ikinci yıl ise %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek gövde çapı değeri ilk yıl 8.42 mm ile Tuz_{100} konusunda belirlenirken, ikinci yıl 10.05 mm ile Tuz_0 konusundan elde edilmiştir. En düşük gövde çapı değerleri ise yıllara göre sırasıyla 7.47 ve 8.33 mm ile 300 mM'lık tuz uygulamasından alınmıştır. Tuz dozlarındaki artışla beraber gövde çapı gelişiminde önemli derecede azalma gözlemlenmiştir. KN uygulamasının gövde çapı üzerindeki etkisi ilk yıl önemsiz, ikinci yıl %5 seviyesinde önemli bulunmuş olup KN_0'da bu değer 8.86 mm iken KN_{10} da 9.63 mm olarak belirlenmiştir. BR uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi

Uygulamalar	Gövde çapı (mm)	
	2017	**2018**
Tuz_0	8.27 a	10.05 a
Tuz_{100}	8.42 a	9.77 a
Tuz_{200}	7.97 ab	8.85 ab
Tuz_{300}	7.47 b	8.33 b
LSD	**0.598***	**1.265****
KN_0	7.93	8.86 b
KN_{10}	8.14	9.63 a
LSD	**Ö.D.**	**0.666***
BR_0	7.91	9.25
BR_1	8.15	9.25
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

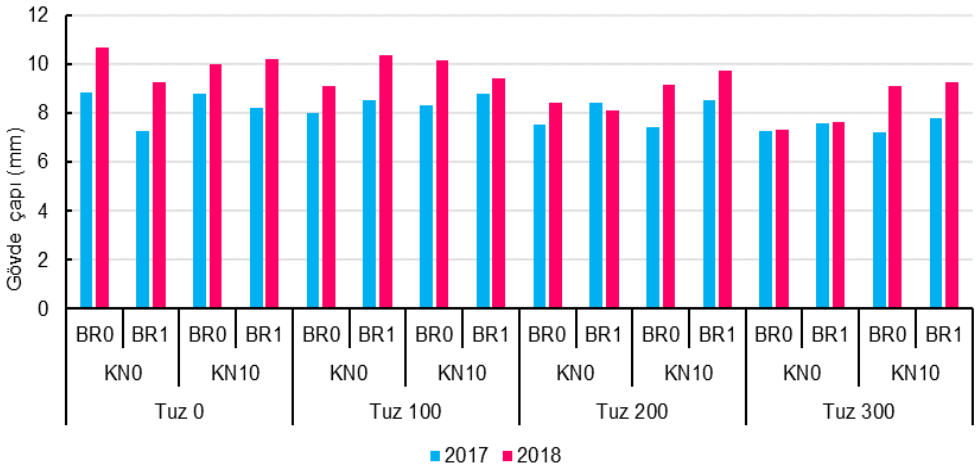
Tuz*BR uygulamasının gövde çapı üzerine olan etkisi ilk yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek gövde çapı değeri Tuz_0 BR_0 uygulamasından (8.79 mm) elde edilirken, en düşük gövde çapı değeri Tuz_{300} BR_0 konusundan (7.24 mm) alınmıştır.

Çizelge 4.14. Tuz*BR uygulamasının gövde çapı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Gövde çapı (mm)
0	0	8.79 a
	1	7.76 a-c
100	0	8.17 a-c
	1	8.68 a
200	0	7.46 bc
	1	8.48 ab
300	0	7.24 c
	1	7.70 a-c
LSD		**1.137****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Üçlü kombinasyon halinde değerlendirilen tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde çapı üzerindeki etkisi Şekil 4.19.'da verilmiştir. Denemenin ilk yılında belirlenen gövde çapı değerleri 8.82-7.22 mm arasında (Tuz_0 KN_0 BR_0-Tuz_{300} KN_{10} BR_0) değişim gösterirken, denemenin ikinci yılında 10.70-7.30 mm arasında (Tuz_0 KN_0 BR_0-Tuz_{300} KN_0 BR_0) bir değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde çapı üzerine etkisi

Jain ve Dass (1988) ile Patil ve Waghmare (1982) narda, toprak tuzluluğunun artışıyla gövde çapının, Amri ve ark. (2011) ise vegetatif büyümenin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Küçükyumuk ve ark. (2014), kirazda en yüksek gövde ve sürgün çapı gelişim oranının en düşük tuz konusundan alındığını saptamışlardır. Kuşvuran (2010), tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin gövde çap değerlerinin kontrol bitkilerine göre azalma gösterdiğini ve gövde çapının tuz stresinden kuraklık stresine göre daha fazla etkilendiğini bildirmiştir. Khayyat ve ark. (2014), 2 farklı nar çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada çeşitlerin sulama suyu tuzluluk içeriğine karşı farklı tepkiler gösterebildiğini, bir çeşitte tuz uygulamasındaki artışla beraber gövde çapı değeri artarken, diğer bir çeşitte azaldığını saptamışlardır. Bu durumun çeşitler arasındaki tuz tolerans farklılıklarından kaynaklanabileceği, bir tür içerisinde dahi aynı uygulamalara tabi tutulan farklı çeşitlerin farklı tepkiler verebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, tuz uygulamaları gövde çapı değerleri üzerinde olumsuz etkiler gösterirken, KN ve BR uygulamalarının olumlu etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Tuz stresinin olmadığı ya da hafif olduğu konularda BR uygulamasının gövde çapı üzerinde etkisi az ya da hiç olmazken orta düzeydeki stres şartlarında en fazla etkiyi göstermiş, en yüksek tuz dozunda ise bu etkinin yeniden düştüğü belirlenmiştir. Araştırıcıların sonuçları bulgularımız ile uyum içerisindedir.

4.2.8. Gövde yaş ağırlığı (g)

Tuz, KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinin gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da gövde yaş ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da KN ve BR uygulamaları önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında ise denemenin ilk yılında Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15.-4.18.).

Çizelge 4.15.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık gövde yaş ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yıl en fazla gövde yaş ağırlığı değeri 24.05 g ile Tuz_{100} konusundan; ikinci yıl ise 42.74 g ile Tuz_0 konusundan elde edilmiştir. En düşük gövde yaş ağırlığı değerleri ise yıllara göre sırasıyla 15.81 ve 28.70 g ile Tuz_{300} konusunda saptanmıştır. KN ve BR uygulamaları denemenin her iki yılında da istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Gövde yaş ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	21.73 b	42.74 a
Tuz_{100}	24.05 a	38.02 a
Tuz_{200}	21.82 b	36.78 a
Tuz_{300}	15.81 c	28.70 b
LSD	**1.824****	**6.317****
KN_0	21.02	36.10
KN_{10}	20.69	37.01
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	21.04	36.44
BR_1	20.67	36.67
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*KN uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en fazla gövde yaş ağırlığı 24.94 g ile Tuz_{100} KN_{10}

uygulamasından, en düşük gövde yaş ağırlığı ise 14.39 g ile Tuz_{300} KN_{10} konusundan alınmıştır.

Çizelge 4.16. Tuz*KN uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	KNO_3 (mM)	Gövde yaş ağırlığı (g)
0	0	22.23 b
	10	21.24 b
100	0	23.16 ab
	10	24.94 a
200	0	21.46 b
	10	22.19 b
300	0	17.23 c
	10	14.39 d
LSD		**2.580****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Tuz*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere denemenin ilk yılında en fazla gövde yaş ağırlığı 24.91 g ile Tuz_{100} BR_1 konusundan, en düşük ağırlık ise 15.42 g ile Tuz_{300} BR_1 konusundan alınmıştır.

Çizelge 4.17. Tuz*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Gövde yaş ağırlığı (g)
0	0	23.48 ab
	1	19.98 c
100	0	23.19 ab
	1	24.91 a
200	0	21.26 bc
	1	22.38 a-c
300	0	16.21 d
	1	15.42 d
LSD		**2.580****

**p<0.01 düzeyinde önemli

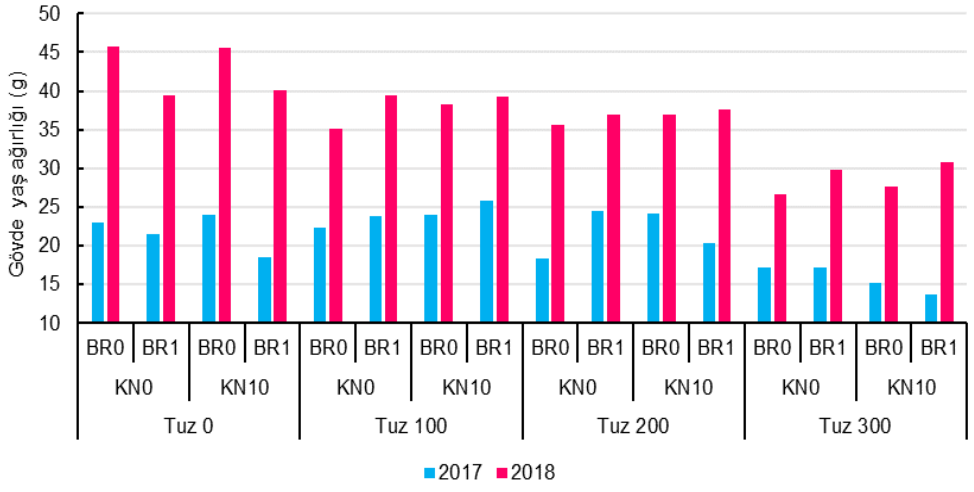
KN*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri 21.81 g ile KN_{10} BR_0 konusundan alınırken, en düşük değer ise 19.57 g ile KN_{10} BR_1 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. KN*BR uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi (2017)

KNO_3 (mM)	BR (µM)	Gövde yaş ağırlığı (g)
0	0	20.27 ab
	1	21.77 a
10	0	21.81 a
	1	19.57 b
LSD		**1.824****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonunun gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi Şekil 4.20.'de gösterilmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri 25.90 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_1 uygulamasında, en düşük gövde yaş ağırlığı ise 13.64 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri 45.82 g ile Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamasında, en düşük gövde yaş ağırlığı ise 26.65 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.20. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi

Sadeghi ve Shekafandeh (2014), yenidünya bitkisinde tuz stresinin sürgün yaş ve kuru ağırlığında önemli azalmalara sebep olduğunu, 24-EBL uygulamasının, düşük tuz seviyesi altındaki bitkilerin performansını iyileştirip tuzun zararlı etkisini azalttığını saptamışlardır. Ebert ve ark. (2002), guava meyvesi fidanlarında, $Ca(NO_3)_2$ uygulamalarının, düşük tuz koşulları altında, gövde ve sürgün ağırlığı üzerinde, daha fazla olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir. Kamiab ve ark. (2013) tuzluluk uygulaması

yapılan fıstık fidanlarında poliamin kullanımının yaş ve kuru sürgün ağılıklarında önemli artış sağladığını bildirmişlerdir. Kasırga (2009), Gemlik zeytin fidanlarında artan tuzluluğun bitkilerin toplam taze ağırlıklarını (kök, gövde ve yaprak) belirgin bir şekilde değiştirmediğini bildirmiştir.

Literatürlerde görüldüğü üzere türler ve hatta aynı tür içerisindeki çeşitler arasında incelenen özelliklere bağlı olarak farklı sonuçlara ulaşılabilmektedir. Artan NaCl seviyesi ile birçok tarımsal ürünün kök, sürgün ve yaprak büyüme biyokütlesindeki azalma ile ilgili benzer bulgular başka araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Anthraper ve Dubois 2003, Aragués ve ark., 2004, Sairam ve Tyagi 2004, Hajer ve ark., 2006). Çalışmada genel olarak Tuz_{300} konusu en düşük gövde yaş ağırlığı değerini verirken, diğer tuz konularına ait sonuçlar yakın bulunmuştur. Tuz*KN ve Tuz*BR kombinasyonlarında, KN ya da BR uygulamalarının orta tuzluluk düzeylerinde daha etkin sonuçlar verdiği, stressiz ve yüksek stresli koşullar altında ise iyileştirici etkide bulunamayabileceğini göstermiştir. KN*BR uygulamalarında ise tek başına bir iyileştirici kullanmanın daha olumlu sonuçlar verdiği, KN ve BR'in beraber olduğu konulardan daha düşük değerler alındığı belirlenmiştir.

4.2.9. Gövde kuru ağırlığı (g)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla gövde yaş ağırlığı alınan bitkilerin aynı zamanda gövde kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Uygulamaların gövde kuru ağırlığı üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da gövde kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir etkisinin olduğu, KN ve BR uygulamalarının ise denemenin her iki yılında da önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde Tuz*KN uygulaması her iki yılda da önemsiz, Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları denemenin ilk yılında önemli, ikinci yılında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19.-4.21.).

Çizelge 4.19.'da tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık gövde kuru ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek gövde kuru ağırlığı 15.06 g ile Tuz_{100} konusundan alınırken, ikinci yıl en yüksek değer 23.45 g ile Tuz_0 konusundan alınmıştır. Her iki yılda da Tuz_{300} konusu en düşük değerleri vermiş olup yıllara göre sırasıyla 8.75 ve 14.83 g olarak belirlenmiştir. KN ve BR uygulamaları denemenin her iki yılında da önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Gövde kuru ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	13.14 b	23.45 a
Tuz_{100}	15.06 a	22.34 a
Tuz_{200}	12.80 b	20.37 a
Tuz_{300}	8.75 c	14.83 b
LSD	**1.579****	**4.412****
KN_0	12.48	19.92
KN_{10}	12.40	20.57
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	12.49	20.21
BR_1	12.38	20.29
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek gövde kuru ağırlığı 16.08 g ile Tuz_{100} BR_1 konusunda, en düşük değer ise 8.14 g ile Tuz_{300} BR_1 konusunda belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Tuz*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Gövde kuru ağırlığı (g)
0	0	14.23 ab
	1	12.05 b
100	0	14.04 ab
	1	16.08 a
200	0	12.35 b
	1	13.26 b
300	0	9.36 c
	1	8.14 c
LSD		**2.234****

**p<0.01 düzeyinde önemli

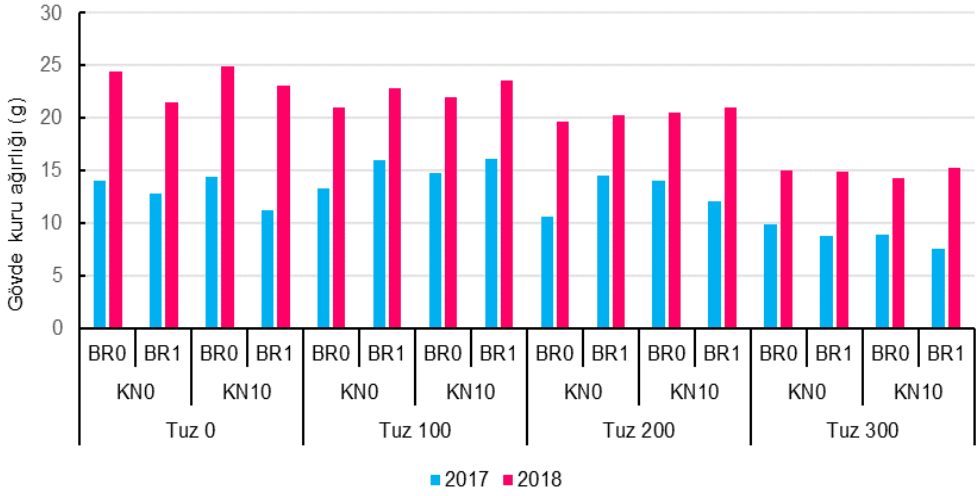
KN*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21.). En yüksek gövde kuru ağırlığı 13.05 g ile KN_{10} BR_0 konusunda, en düşük değer ise 11.74 g ile KN_{10} BR_1 konusunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. KN*BR uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017)

KNO_3 (mM)	BR (µM)	Gövde kuru ağırlığı (g)
0	0	11.94 ab
	1	13.02 a
10	0	13.05 a
	1	11.74 b
LSD		**1.175***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR uygulamalarının üçlü kombinasyonunun gövde kuru ağırlığı üzerindeki etkisi Şekil 4.21.'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere yıllara göre sırasıyla en yüksek gövde kuru ağırlığı değerleri 16.17 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_1 ve 24.89 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasından alınmıştır. En düşük gövde kuru ağırlığı değerleri ise ilk yıl 7.51 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından alınırken ikinci yıl 14.27 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 konusundan elde edilmiştir.



Şekil 4.21. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi

Khoshbakht ve ark. (2014), turunçgillerde, Ebert ve ark. (2002), guava fidanlarında, Gimeno ve ark. (2009) ise limonda yaptıkları çalışmalarda, tuzlulukla beraber gövde kuru ağırlıklarının azaldığını ancak ilave nitrat uygulamalarının (KNO_3, $Ca(NO_3)_2$) gövde kuru ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Çeşitli iyileştiricilerin tuzluluk stresine maruz bırakılan bitkiler üzerindeki etkilerini görmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Karlıdağ ve ark. (2011) çilekte, Sadeghi ve Shekafandeh (2014) ise yenidünya üzerinde 24-EBL'nin, Kamiab ve ark. (2013) fıstık fidanlarında poliamin uygulamasının iyileştirici etkilerini belirledikleri çalışmalarında, tuzluluk stresinin bitki gelişim parametreleri üzerindeki baskılayıcı etkisini hafifletmede başarılı olduklarını bildirmişlerdir.

Bu araştırmada gövde yaş ağırlığında olduğu gibi gövde kuru ağırlığında da Tuz_{300} konusu en düşük değeri verirken, diğer tuz konularına ait sonuçlar birbirine yakın bulunmuştur. Tuz*BR uygulamalarında, BR_1 uygulamasının orta tuzluluk düzeylerinde daha etkin sonuçlar verdiği, stressiz ve tuz stresinin yüksek olduğu koşullarda ise iyileştirici etkide bulunamayabileceği görülmüştür. KN*BR uygulamasında ise tek başına bir iyileştirici kullanmanın daha olumlu sonuçlar verdiği, KN ve BR'in beraber olduğu konulardan daha düşük değerler alındığı saptanmıştır. Bitki türü, yetiştirme ortamı, yetiştirme ortamındaki tuz konsantrasyonu ya da dışsal uygulanan bazı maddeler gövde kuru ağırlığı değerlerini etkileyebilir.

4.2.10. Kök yaş ağırlığı (g)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla her iki yılda da sökümü yapılan bitkilerin kök ağırlıkları alınmıştır. Uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tuz ve potasyum uygulamalarının her iki yılda da toplam kök yaş ağırlığı üzerinde önemli etkilerinin olduğu bulunmuştur. BR uygulamasının ise yalnızca denemenin ilk yılında önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22.). Her iki yılda da Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

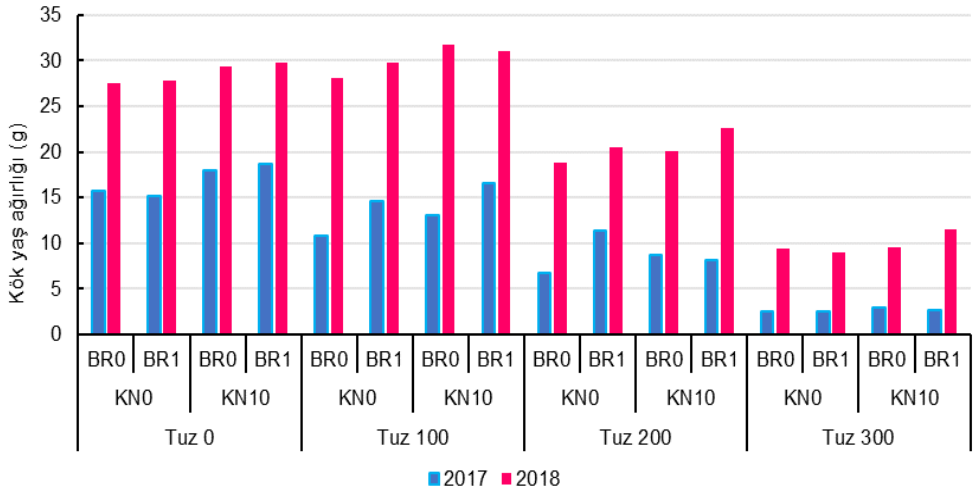
Çizelge 4.22.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık kök yaş ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yıl en fazla kök yaş ağırlığı değeri 16.87 g ile Tuz_0 konusundan alınırken, ikinci yıl 30.14 g ile Tuz_{100} konusundan elde edilmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı değerleri ise her iki yılda da Tuz_{300} konusunda ölçülmüş olup yıllara göre sırasıyla 2.64 ve 9.85 g olarak saptanmıştır. Potasyum uygulaması denemenin her iki yılında da olumlu etkiler göstermiş olup ilk yıl %5, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN_0 ve KN_{10} konularına göre denemenin ilk yılında kök yaş ağırlığı sırasıyla 9.92 ve 11.08 g olurken, denemenin ikinci yılında 21.36 ve 23.18 g olarak belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da BR uygulamasıyla beraber kök yaş ağırlığı artmış, ancak denemenin ilk yılı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. Denemenin ilk yılında BR_1 uygulaması 11.21 g ile daha yüksek bir değer verirken, BR_0 uygulamasında bu değer 9.79 g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Kök yaş ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	16.87 a	28.63 a
Tuz_{100}	13.77 b	30.14 a
Tuz_{200}	8.72 c	20.46 b
Tuz_{300}	2.64 d	9.85 c
LSD	**1.847****	**2.112****
KN_0	9.92 b	21.36 b
KN_{10}	11.08 a	23.18 a
LSD	**0.972***	**1.493****
BR_0	9.79 b	21.81
BR_1	11.21 a	22.74
LSD	**1.306****	**Ö.D**

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Kök yaş ağırlığı üzerine tuz, KN ve BR kombinasyonunun etkisi Şekil 4.22.'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek kök yaş ağırlığı değeri 18.62 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasında; en düşük kök yaş ağırlığı ise 2.47 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek kök yaş ağırlığı değeri 31.70 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_0 uygulamasından, en düşük kök yaş ağırlığı ise 8.97 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.22. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök yaş ağırlığı üzerine etkisi

Tuz stresi, kökün tüm gelişme noktalarını etkiler. Meristematik bölgede hücre bölünmesi azalırken, uzama bölgesinde hücre genişlemesi zayıflar, tüm bunlar toplam büyümenin azalmasına neden olur (West ve ark., 2004). Yüksek tuz koşulları yan kök

sayısını azaltırken, orta dereceli tuzluluk koşullarında yan kök sayısı artar (Wang ve ark., 2009; Zolla ve ark., 2010). Kök uzunlukları, sürgün uzunlukları ve kök sayısı tuz stresine maruz kalan bitkilerde azalır. Okhovatian-Ardakani ve ark. (2010), bazı nar çeşitlerinde yaptıkları çalışmada, çeşitlerin tuza dayanım ve gelişim konusunda farklı özellikler gösterdiklerini, bazılarının tuza karşı dayanım göstererek hayatta kalırken bir kısmının ise gelişim gösteremeyip kuruduklarını, bildirmişlerdir. Kasırga (2009), Gemlik zeytin fidanlarında artan tuzluluğun bitkilerin toplam taze ağırlıklarını (kök, gövde ve yaprak) belirgin bir şekilde değiştirmediğini bildirmiştir. Kaplan ve Gökbayrak (2012), 3 Amerikan asma anacında, brassinosteroid uygulamasının köklenme üzerine etkisinin önemsiz, ancak anaçlar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu, Sadeghi ve Shekafandeh (2014), ise yenidünya üzerinde yaptığı çalışmada kök yaş ağırlığının tuz uygulamasına bağlı olarak önemli derecede azaldığını ve 24-EBL uygulamasının bitkilerin kök yaş ağırlığını arttırmada önemli derecede etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bize brassinosteroidlerin uygulanan türe göre farklı etkilerde bulunabileceğini göstermektedir. Amri ve ark. (2011), tuzluluk stresi altında bulunan nar, Kamiab ve ark. (2013) ise fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmalarda artan tuzluluk seviyelerinin kök taze ağılıklarını önemli ölçüde azalttığını ve kullanılan bazı poliaminlerin kök taze ağırlığını arttırabildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada tuz uygulamalarının her iki yılda da kök yaş ağırlığı üzerinde olumsuz, KN uygulamasının ise olumlu etkiler verdiği görülmüştür. Tek başına BR uygulaması ilk yıl kök yaş ağırlığı üzerinde olumlu bir etki sergilemiş, ikinci yıl ise bu etkinin görülmediği saptanmıştır. Bu durumun fidanların bir yıl daha büyümesi ve yıllar arasındaki yetiştirme dönemi farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgularımızı destekleyecek şekilde daha birçok araştırıcı tarafından da artan tuz seviyelerinin kök, sürgün ve yaprak biyokütlesinde azalmalara neden olduğu (Anthraper ve Dubois 2003; Aragués ve ark., 2004; Sairam ve Tyagi, 2004; Hajer ve ark., 2006), dışsal uygulanan bazı iyileştiricilerle yapılan çalışmalarda bazı tür ve dozlarda olumlu etkiler alınırken, bazılarında ise olumsuz sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Bu durum iklimsel şartlara bağlı olduğu kadar, kullanılan iyileştiriciye, uygulama zamanı ve dozuna, tür ve çeşide göre birçok değişkenin etkisinden kaynaklanabilir.

4.2.11. Kök kuru ağırlığı (g)

Tuz uygulamasıyla beraber bitkilerde stres şartlarını hafifletici özelliklere sahip olduğu bilinen potasyum nitrat ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde kök kuru ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla kök yaş ağırlığı alınan bitkilerin kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da önemli, KN uygulamasının ise her iki yılda da önemsiz olduğu saptanmıştır. BR uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi ise yalnızca denemenin ilk yılında önemli bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında ise Tuz*KN ve KN*BR uygulamaları her iki yılda da önemsiz, Tuz*BR uygulaması ise denemenin yalnızca ilk yılında önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23.-4.24.).

Çizelge 4.23.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık kök kuru ağırlık değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek kök kuru ağırlığı 2.85 g ile Tuz_0 konusundan alınırken, ikinci yıl en yüksek değer 9.88 g ile Tuz_{100} konusundan alınmıştır. Her iki yılda da Tuz_{300} konusu en düşük değerleri vermiş olup, yıllara göre sırasıyla 0.43 ve 2.49 g olarak saptanmıştır. KN uygulaması denemenin her iki yılında da önemsiz çıkarken, BR uygulaması yalnızca denemenin birinci yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yılda BR_1 uygulaması 1.95 g ile daha yüksek bir değer verirken, BR_0 uygulaması 1.48 g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Kök kuru ağırlığı (g)	
	2017	**2018**
Tuz_0	2.85 a	9.64 a
Tuz_{100}	2.34 b	9.88 a
Tuz_{200}	1.25 c	6.71 b
Tuz_{300}	0.43 d	2.49 c
LSD	**0.465****	**1.668****
KN_0	1.68	6.99
KN_{10}	1.76	7.38
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	1.48 b	7.08
BR_1	1.95 a	7.28
LSD	**0.329****	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

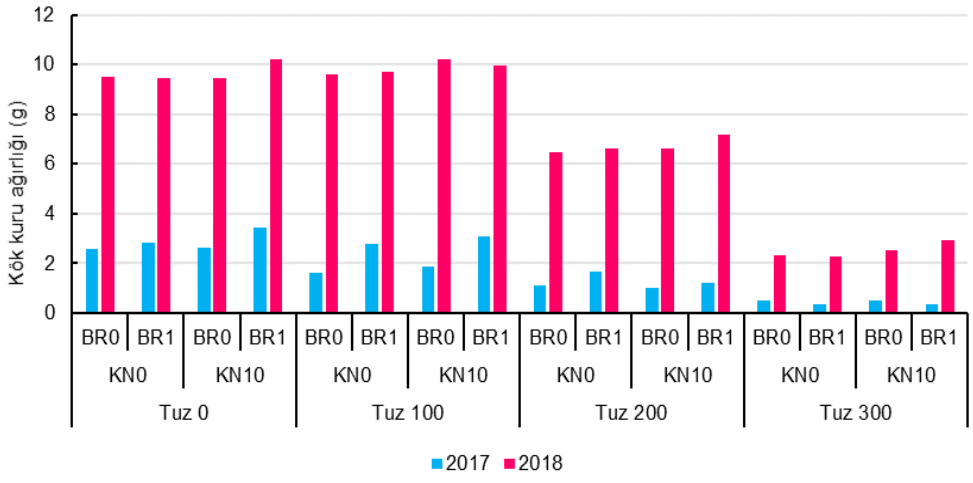
Tuz*BR uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında da %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.24.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere denemenin ilk yılında en yüksek kök kuru ağırlığı 3.10 g ile Tuz_0 BR_1 konusundan, en düşük değer ise 0.35 g ile Tuz_{300} BR_1 konusundan alınmıştır.

Çizelge 4.24. Tuz*BR uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Kök kuru ağırlığı (g)
0	0	2.60 a
	1	3.10 a
100	0	1.76 b
	1	2.92 a
200	0	1.06 cd
	1	1.45 bc
300	0	0.52 de
	1	0.35 e
LSD		**0.658****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR uygulamalarından elde edilen kombinasyonlara ait bulgular Şekil 4.23.'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere yıllara göre sırasıyla en yüksek kök kuru ağırlığı değerleri 3.41 ve 10.21 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından alınmıştır. En düşük kök kuru ağırlığı değerleri ise ilk yıl 0.33 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından alınırken, ikinci yıl 2.26 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 konusundan elde edilmiştir.



Şekil 4.23. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

Khoshbakht ve ark. (2014), 2 farklı portakal, Gimeno ve ark. (2009), 2 farklı limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada çeşitlerin tuz ve ilave nitrat uygulamasına karşı farklı tepkiler vermekle beraber genel olarak tuz uygulamasıyla kök kuru ağırlığının önemli ölçüde azaldığını ancak, ilave nitrat uygulamasının bu zararı nispeten iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Kaplan ve Gökbayrak (2012), 3 asma anacında brassinosteroid kullanımının çeşitlerin köklenmeleri üzerinde farklı etkilerde bulunduğunu, ancak sonuçların istatistiksel anlamda önemli olmadığını bildirmişlerdir. Karlıdağ ve ark. (2011) çilek bitkisinde, Sadeghi ve Shekafandeh (2014) ise yenidünya üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluk stresi altındaki bitkilerde kök kuru ağırlığının önemli derecede azaldığını, ancak dışsal 24-EBL uygulamasının tuzluluk stresinin bitki gelişim parametreleri üzerindeki baskılayıcı etkisini iyileştirmede başarılı olduğunu ve kök kuru ağırlığını önemli düzeyde arttırdığını saptamışlardır. Amri ve ark. (2011) narda, Kamiab ve ark. (2013) ise fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluğun kök kuru ağırlığını önemli ölçüde azalttığını, ancak farklı tuzluluk seviyelerinde poliamin kullanımının kök kuru ağırlığını arttırabildiğini bildirmişlerdir

Bu araştırmada, tuz uygulamalarının her iki yılda da kök kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığı, KN ve BR uygulamalarının ise bu olumsuz etki üzerinde nispetten iyileşme sağladığı belirlenmiştir. Tuz*BR uygulamasının önemli bulunduğu kök kuru ağırlığı üzerinde BR uygulamasının iyileştirici etkisi tuz dozlarındaki artışa bağlı olarak azalarak devam etmiştir.

4.2.12. Kök uzunluğu (cm)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının kök uzunluğu üzerindeki etkileri Çizelge 4.25.'de gösterilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da kök uzunluğu üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. KN ve BR uygulamaları her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25.). Kök uzunluğu üzerine Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının etkisinin her iki yılda da önemsiz olduğu saptanmıştır.

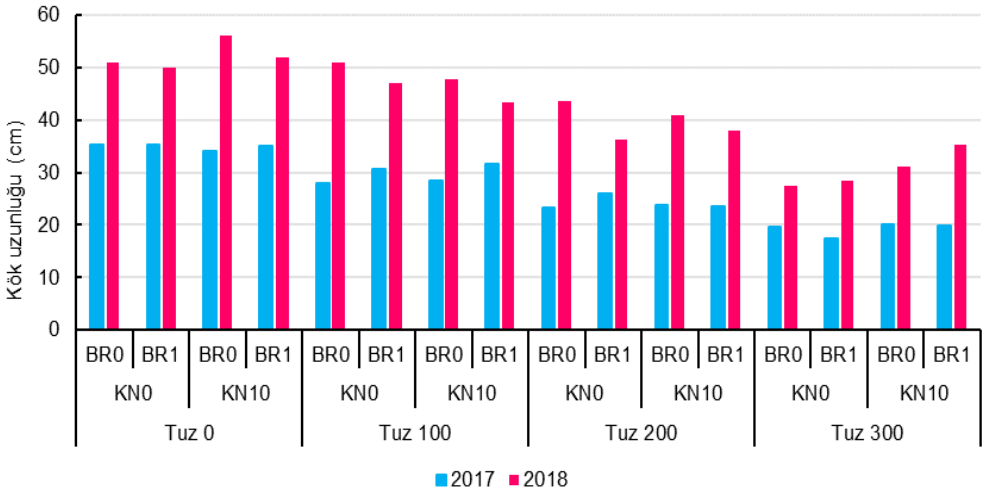
Çizelge 4.25.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık kök uzunluğu değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu değerleri yıllara göre sırasıyla 34.88 ve 52.25 cm ile Tuz_0 konusundan alınırken, Tuz_{300} konusu yine yıllara göre sırasıyla 19.27 ve 30.50 cm ile en düşük değerleri vermiştir.

Çizelge 4.25. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Kök uzunluğu (cm)	
	2017	**2018**
Tuz_0	34.88 a	52.25 a
Tuz_{100}	29.63 b	47.25 a
Tuz_{200}	24.13 c	39.71 b
Tuz_{300}	19.27 d	30.50 c
LSD	**4.609****	**5.009****
KN_0	26.96	41.81
KN_{10}	26.99	43.04
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	26.54	43.56
BR_1	27.41	41.29
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Şekil 4.24.'de tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök uzunluğu üzerindeki etkisi verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere yıllara göre sırasıyla en yüksek kök uzunluğu değerleri 35.33 cm ile Tuz_0 KN_0 BR_1 ve 56.00 cm ile Tuz_0 KN_{10} ve BR_0 uygulamasından alınmıştır. En düşük kök uzunluğu değerleri ise yine yıllara göre sırasıyla 17.50 cm ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 ve 27.33 cm ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamalarından elde edilmiştir.



Şekil 4.24. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök uzunluğu üzerine etkisi

Bitkilerde tuz stresi, çözünmüş tuzların bitki kök bölgesinde bulunması sonucu meydana gelen osmotik potansiyel ve toksik etki yapan iyon konsantrasyonlarının yükselmesinden kaynaklanır (Demirel ve ark., 2014). Larcher (1995), aşırı tuz stresinin bitkilerde bodur büyümeye ve kök büyümesinde gerilemeye neden olduğunu bildirmiştir. Tuz stresi, kökün tüm gelişme noktalarını etkiler. Meristematik bölgede hücre bölünmesinin, uzama bölgesinde ise hücre genişlemesinin gerilemesi toplam büyümenin azalmasına neden olur (West ve ark., 2004). Yüksek tuz koşulları yan kök sayısını azaltırken, orta dereceli tuzluluk koşullarında yan kök sayısı artar (Wang ve ark., 2009; Zolla ve ark., 2010). Kök uzunlukları ve kök sayısı tuz stresine maruz kalan bitkilerde azalır. Kaplan ve Gökbayrak (2012), 3 Amerikan asma anacında brassinosteroid uygulamasının köklenme üzerine etkisini belirledikleri çalışmada, en iyi gelişim dozlarının çeşitlere göre değiştiğini saptamışlardır. Erkılıç (2005), SA'in kök uzaması üzerindeki etkilerinin çeşitlerin tuza dayanıklı ya da duyarlı olmalarına göre değiştiğini bildirmiştir. Bu sonuçlar bize aynı tür içerisinde çeşitler arasında farklılıkların olabileceğini göstermektedir. Amri ve ark. (2011) narda, Kamiab ve ark. (2013), ise fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmalarda tuzlulukla beraber kök büyümesinin azaldığını, ancak iyileştirici olarak kullanılan poliaminlerin bu stresin etkisini kısmen de olsa azalttığını saptamışlardır.

Yürütülen bu çalışma sonucunda abiyoik stres faktörlerinden biri olan tuz stresinin kökün uzunlamasına büyümesini azalttığı, KN uygulamasının ise kök gelişimini hafif bir şekilde arttırdığı görülmüştür. BR uygulamalarının ise yıllara göre farklı sonuçlar verdiği saptanmıştır.

4.2.13. Yaprak alanı (cm^2)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprak alanı üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının her iki yılda da yaprak alanı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. KN ve BR uygulamaları ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunmuştur. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde Tuz*KN uygulaması ilk yıl önemli bulunurken ikinci yıl önemsiz, Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.26.-4.27).

Çizelge 4.26.'da tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yaprak alan değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak alanı değerleri yıllara göre sırasıyla 6.90 ve 7.27 cm^2 ile Tuz_0 konusundan alınırken, Tuz_{300} konusu yine yıllara göre sırasıyla 4.66 ve 5.77 cm^2 ile en düşük değerleri vermiştir. Yaprak alanı değerleri üzerine KN uygulamalarının etkisi ilk yıl önemsiz, ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında KN_0 uygulaması 7.14 cm^2 yaprak alanı değeriyle, KN_{10} konusundan (6.38 cm^2) daha yüksek bir değer vermiştir. BR uygulaması ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, BR_0 konusu 7.15 cm^2 ile BR_1 konusuna (6.37 cm^2) nazaran daha yüksek bir değer vermiştir.

Çizelge 4.26. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak alanı (cm^2)	
	2017	**2018**
Tuz_0	6.90 a	7.27 a
Tuz_{100}	6.78 a	7.17 a
Tuz_{200}	6.64 a	6.84 ab
Tuz_{300}	4.66 b	5.77 c
LSD	**0.676****	**1.066****
KN_0	6.36	7.14 a
KN_{10}	6.13	6.38 b
LSD	**Ö.D.**	**0.754****
BR_0	6.10	7.15 a
BR_1	6.39	6.37 b
LSD	**Ö.D.**	**0.754****

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

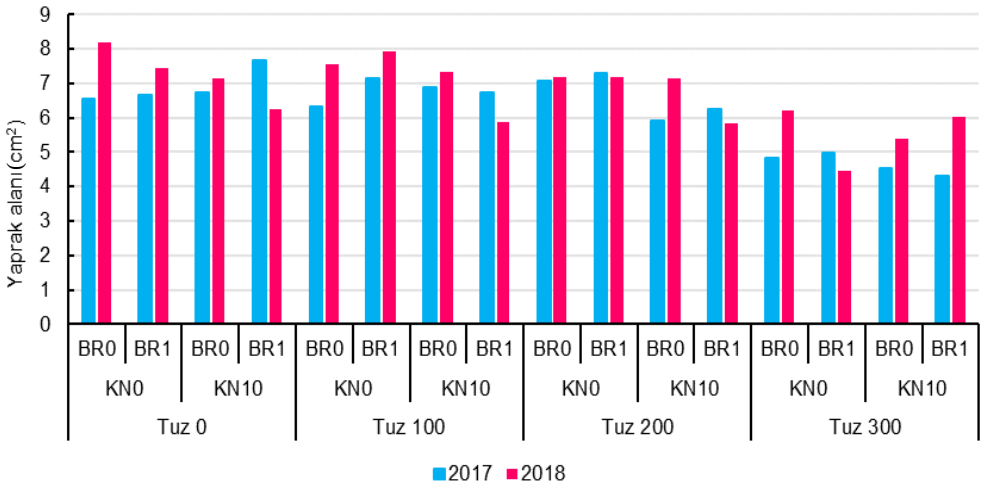
Tuz*KN uygulamasının yaprak alanı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında önemli, ikinci yılında ise önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.27.'de görüldüğü üzere denemenin ilk yılında en yüksek yaprak alanı 7.20 cm^2 ile Tuz_0 KN_{10} konusunda, en düşük değer ise 4.43 cm^2 ile Tuz_{300} KN_{10} konusunda belirlenmiş ve aradaki fark istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Tuz*KN uygulamasının yaprak alanı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	KNO_3 (mM)	Yaprak alanı (cm^2)
0	0	6.59 ab
	10	7.20 a
100	0	6.75 ab
	10	6.81 ab
200	0	7.18 a
	10	6.10 b
300	0	4.90 c
	10	4.43 c
LSD		**0.712***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Şekil 4.25.'te tuz, KN ve BR kombinasyonunun yaprak alanı üzerine etkisi verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi yıllara göre sırasıyla en yüksek yaprak alanı değerleri 7.68 cm^2 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 ve 8.19 cm^2 ile Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamalarından alınmıştır. En düşük yaprak alanı değerleri ise yine yıllara göre sırasıyla 4.32 cm^2 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve 4.44 cm^2 ile de Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamalarından elde edilmiştir.



Şekil 4.25. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak alanı üzerine etkisi

Tuz stresi altındaki bitkilerde yaprak alanının azalması, yaprak turgorunun azalması, hücre duvar özelliklerinin değişimi ve fotosentez oranının azalması ile açıklanabilir (Rodriguez ve ark., 2005). Birçok araştırmacıya göre tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde toplam yaprak alanı azalırken, bir yandan da stomaların kapanması ile fotosentez hızı yavaşlar (Levitt, 1972; Cuartero ve Fernández-Muñoz, 1999). Çeşitli araştırıcılar, narda, çilekte, kavunda, biberde ve karpuzda yaptıkları çalışmalarda tuzluluk artışıyla beraber yaprak alanlarının azalma gösterdiğini bildirmişlerdir (Awang ve ark., 1993b; Erkılıç, 2005; Naeini ve ark., 2006; Kuşvuran, 2010; Süyüm, 2011; Khayyat ve ark., 2014). Hojjatnooghi ve ark. (2014) fıstık, Iglesias ve ark. (2004), ise mandarin fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada tuzlulukla beraber yaprak alanlarının küçüldüğünü, nitrat uygulamalarının etkisinin ise doza ve yaprağın olgunluk durumuna bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk stresi altında farklı iyileştiricilerin etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda Sadeghi ve Shekafandeh (2014), yenidünya fidanlarında 24-EBL'in düşük tuz dozlarında iyileştirici etkilerde bulunurken, daha yüksek tuz dozlarında tuzun zararlı etkilerini azaltamadığını, Amri ve ark. (2011), ise nar fidanları üzerinde putresinin spermidine göre çok daha olumlu etkide bulunduğunu saptamışlardır. Stres koşullarında yaprak alanının küçülmesi her ne kadar transpirasyonla kaybedilen suyun azaltılması demekse de, aynı zamanda fotosentez oranın azalması anlamına da

gelmektedir. Nitekim bu durum bitkinin gelişmesinde negatif yönlü bir etkiye sebep olur.

Yapılan bu çalışmada bitkiler tuz stresi koşullarında yaprak alanlarını küçülterek transpirasyon yüzeylerini azaltmış, böylece fizyolojik kuraklık ve/veya tuz stresi ile baş etmeye çalışmıştır. Ancak yaprak alanlarının küçülmesiyle birlikte bitkilerin fotosentez yüzeyi de azaldığından bitkiler daha zayıf gelişmiş ve bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmiştir. Tuz dozlarındaki artışla beraber yaprak alanının küçüldüğünü ancak, Tuz_{300} konusunda bu etkinin daha belirgin olduğu görülmüştür. Yüksek tuz koşulları altında KN uygulamalarının köklerin yoğun olarak bulunduğu rizosfer bölgesindeki osmotik basıncı daha da arttırdığından, bitkinin kendini korumak amacıyla yaprak alanlarını hafif bir şekilde küçülttüğü düşünülmektedir. BR uygulamaları ise tuz dozlarına ve yıllara göre değişen oranlarda etki yapmıştır.

4.2.14. Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2})

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yapraktaki stoma sayısı üzerine bazı etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulaması denemenin her iki yılında da önemli bulunmuştur. KN uygulamalarının denemenin her iki yılında da önemsiz, BR uygulamasının ise ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise önemli olduğu saptanmıştır. Uygulamaların etkisi birlikte değerlendirildiğinde Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları denemenin ilk yılında önemli, Tuz*KN uygulaması ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.28.-4.30.).

Çizelge 4.28.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık stoma sayısı değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının stoma sayısı üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak en fazla stoma sayısı 764.22 ve 667.87 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} konusundan alınırken, Tuz_0 konusu 656.96 ve 622.30 adet mm^{-2} ile en düşük değerleri vermiştir. KN uygulaması denemenin her iki yılında da önemsiz bulunmuştur. BR uygulaması denemenin ilk yılında önemsiz bulunurken, ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında BR_0 konusu yapraktaki stoma sayısı (650.67 adet mm^{-2}) bakımından BR_1 konusundan daha yüksek bir değer (631.40 adet mm^{-2}) vermiştir.

Çizelge 4.28. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi

Uygulamalar	Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2})	
	2017	**2018**
Tuz_0	656.96 c	622.30 b
Tuz_{100}	726.28 b	633.00 ab
Tuz_{200}	738.20 ab	640.96 ab
Tuz_{300}	764.22 a	667.87 a
LSD	**35.677****	**35.589****
KN_0	719.55	649.28
KN_{10}	723.28	632.78
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**
BR_0	717.55	650.67 a
BR_1	725.27	631.40 b
LSD	**Ö.D.**	**18.733***

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*BR uygulamasının stoma sayısı üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.29.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en fazla stoma sayısı 779.59 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} BR_0 konusunda, en düşük değer ise 653.48 adet mm^{-2} ile Tuz_0 BR_1 konusunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Tuz*BR uygulamasının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi (2017)

NaCl (mM)	BR (µM)	Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2})
0	0	660.43 d
	1	653.48 d
100	0	718.61 c
	1	733.94 bc
200	0	711.58 c
	1	764.82 ab
300	0	779.59 a
	1	748.84 a-c
LSD		**37.53***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Denemenin ilk yılında KN*BR uygulamasının stoma sayısı üzerine olan etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.30.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en fazla stoma sayısı 736.16 adet mm^{-2} ile KN_0 BR_1 konusunda, en düşük değer ise 702.94 adet mm^{-2} ile KN_0 BR_0 konusunda

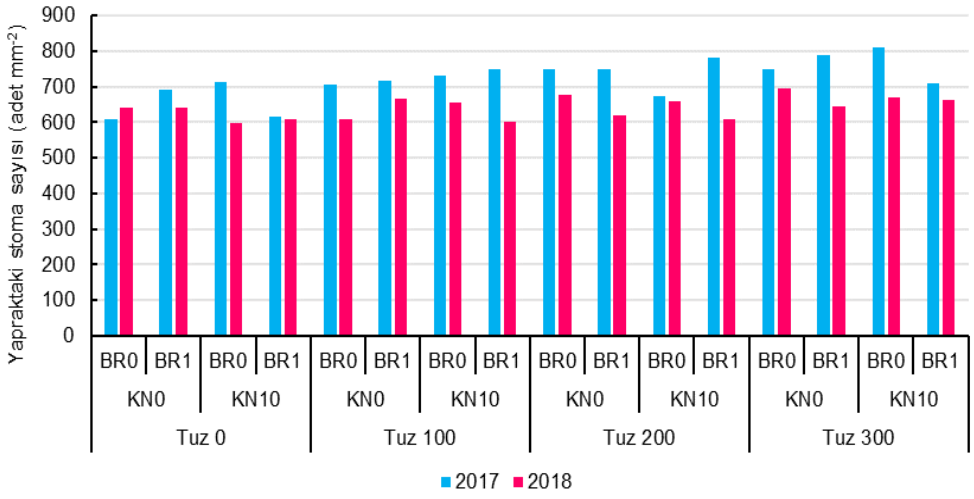
belirlenmiştir. Her iki iyileştiricinin bir arada kullanıldığı KN*BR kombinasyonunun, tek başına kullanıma göre stoma sayısını azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. KN*BR uygulamasının yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi (2017)

KNO_3 (mM)	BR (µM)	Yapraktaki stoma sayısı (adet mm^{-2})
0	0	702.94 b
	1	736.16 a
10	0	732.17 a
	1	714.38 ab
LSD		**26.54***

*p<0.05 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonundaki stoma sayılarına ait ortalama değerler Şekil 4.26.'da verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere tuz, KN ve BR kombinasyonunda denemenin ilk yılında en fazla stoma sayısı değeri 808.98 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 konusundan alınırken, en az stoma sayısı ise 606.87 adet mm^{-2} ile Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamasından alınmıştır. Denemenin ikinci yılında en fazla stoma sayısı 696.41 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konusundan alınırken, en az stoma sayısı ise 597.93 adet mm^{-2} ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.26. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yapraktaki stoma sayısı üzerine etkisi

Tuz stresi altındaki bitkilerde genel olarak stomalar kapatılıp, yaprak alanları azaltılarak transpirasyon miktarı düşürülmeye çalışılmaktadır. Bu durumda hem

bitkideki su kaybı en aza indirilmiş olur, hem de topraktan suyla birlikte tuzun alınması engellenmiş olur. Gill ve Dutt (1982), tuz uygulamasının arpa yapraklarında stoma sayılarını arttırırken, stoma boyutlarının küçülmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta, böylece CO_2 gazının girişi de engellenmektedir (Sreenivasulu ve ark., 2000). Birçok araştırmacıya göre tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde toplam yaprak alanıyla beraber transpirasyonla kaybedilen su miktarı azalır, bir yandan da stomaların kapanması ile fotosentez hızı yavaşlar (Levitt, 1972; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999). Arzani ve ark. (2013) fıstık, Çınar ve ark. (2016) ise yerfıstığı üzerinde yaptıkları çalışmada, en fazla stoma sayısının en yoğun stres konusundan elde edilirken, en az stoma sayısının ise stres uygulaması yapılmayan konudan alındığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, su stresinin şiddeti arttıkça bitki yapraklarında stoma yoğunluğunun arttığını, ancak stoma en-boy değerlerinin küçüldüğünü belirtmişlerdir. Tepe (2011), tuz uygulamaları ile arpa fidelerindeki stoma sayısının arttığını, ancak SA ön uygulamasıyla birlikte stoma sayılarının azaldığını bildirmiştir. Kuşvuran ve ark. (2009), daha az stoma yoğunluğuna sahip genotiplerin kuraklık stres koşullarında daha yüksek tolerans gösterdiklerini bildirmişlerdir. Xu ve Zhou (2008), çimde yaptıkları çalışmada orta düzeyli su stresi koşullarında stoma sayısının arttığını, ancak çok şiddetli su stresi karşısında stoma sayısının azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Su stresinin, fotosentez ve stoma yoğunluğunu etkilediğini, stoma boyutunun kuraklık stresi ile azalırken; stoma yoğunluğunun, net CO_2 asimilasyon oranı ve su kullanım etkinliği ile pozitif bir ilişkisi olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan Özyurt ve Akça (2017), mahlep anaçları üzerinde yaptıkları çalışmada tam sulama konusunda stoma sayıları artarken, artan su kısıtıyla stoma sayılarının düştüğünü bildirmişlerdir. Büyüme düzenleyicilerin, stoma sayısı üzerine etkisi ile ilgili olarak fazla sayıda çalışmanın yapılmadığı dikkat çekmektedir.

Literatürler incelendiğinde stres uygulaması altında yapılan çalışmalardan farklı sonuçların elde edilebileceği ve türlere göre yapraklarının stoma sayısı ile ilgili büyük farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Buna neden farklı tür ya da çeşitler, farklı ekolojik faktörler ya da farklı uygulama şekilleri olabileceği gibi, bitkinin stres koşullarına karşı oluşturduğu farklı savunma mekanizmaları da olabilir. Öte yandan, şu ana kadar tuzlu

koşullar altında yetiştirme olanakları araştırılan çeşitli türler üzerinde yapılan çalışmalarda BR'in stoma sayısı üzerine etkilerini gösteren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmada, her iki yılda da tuz stresinin artmasıyla stoma sayısının arttığı, bu duruma KN uygulamasının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tek başına BR uygulaması denemenin ikinci yılında stoma sayısını azaltırken, orta dereceli stres koşullarında BR uygulamasının stoma sayısını arttırdığı, tuz şiddetinin artması ile beraber stoma sayısının azaldığı belirlenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları altında KN, BR ve kombinasyonlarının yıllara göre farklı etkilerde bulunduğu saptanmıştır.

4.3. Fizyolojik Analizler

4.3.1. Yaprak nisbi su içeriği (%)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilerde stresi azaltmak amacıyla uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprak nisbi su içeriği üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamasının yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) üzerinde her iki yılda da önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. KN uygulaması ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuş, BR uygulaması ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında ilk yıl tüm kombinasyonlar önemsiz bulunurken, ikinci yıl yalnızca KN*BR uygulaması önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31.-4.32.).

Çizelge 4.31.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık yaprak nisbi su içeriği değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının YNSİ üzerine etkisi her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak en fazla YNSİ değeri %83.20 ve %81.33 ile Tuz_0 konusundan alınırken, Tuz_{300} konusu %70.82 ve %74.60 ile en düşük değerleri vermiştir. Denemenin ilk yılında önemsiz bulunan KN uygulaması ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuş, KN_{10} konusu %75.17 ile KN_0 konusunun (%78.90) gerisinde kalmıştır. BR uygulaması her iki yılda da önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak nisbi su içeriği (%)	
	2017	**2018**
Tuz_0	83.20 a	81.33 a
Tuz_{100}	79.16 b	77.52 ab
Tuz_{200}	77.17 b	74.69 b
Tuz_{300}	70.82 c	74.60 b
LSD	**3.113****	**5.611****
KN_0	77.39	78.90 a
KN_{10}	77.78	75.17 b
LSD	**Ö.D.**	**2.954***
BR_0	78.39	75.99
BR_1	76.79	78.08
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

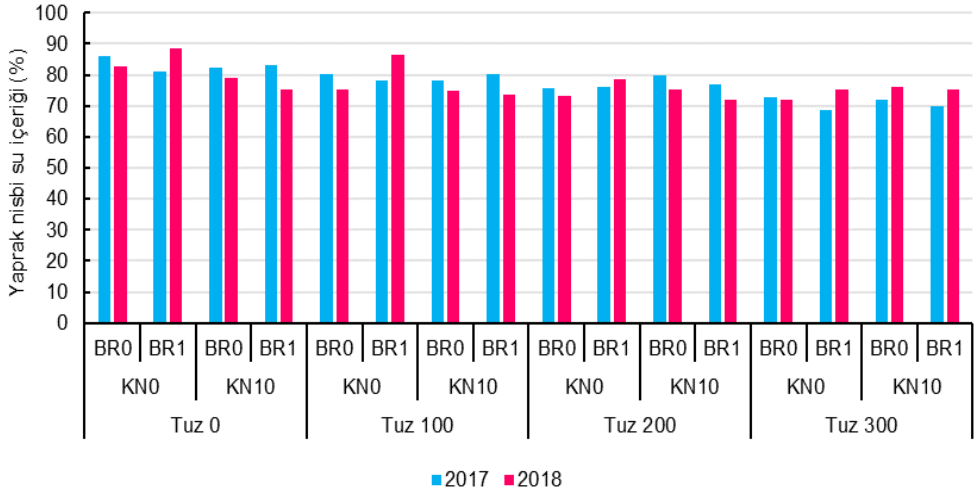
KN*BR uygulamasının YNSİ üzerine olan etkisi denemenin ilk yılında önemsiz çıkarken, ikinci yılda %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve sonuçları Çizelge 4.32.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek YNSİ değeri %82.18 ile KN_0 BR_1 konusunda, en düşük değer ise %73.97 ile KN_{10} BR_1 konusundan alınmıştır. Her iki iyileştiricinin bir arada kullanıldığı KN*BR kombinasyonunun, tek başına kullanıma göre yaprak nisbi su içeriğini düşürdüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. KN*BR uygulamasının yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi (2018)

KNO_3 (mM)	BR (µM)	Yaprak nisbi su içeriği (%)
0	0	75.63 b
	1	82.18 a
10	0	76.36 b
	1	73.97 b
LSD		**5.611****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Tuz, KN ve BR kombinasyonundan elde edilen yaprak nisbi su içeriği değerleri Şekil 4.27.'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi denemenin ilk yılında en yüksek YNSİ değeri %86.15 ile Tuz_0 KN_0 BR_0 konusundan alınırken, en düşük YNSİ ise %68.67 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek YNSİ değeri %88.43 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en az YNSİ ise %71.83 ile Tuz_{200} KN_{10} BR_1 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.27. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak nisbi su içeriği üzerine etkisi

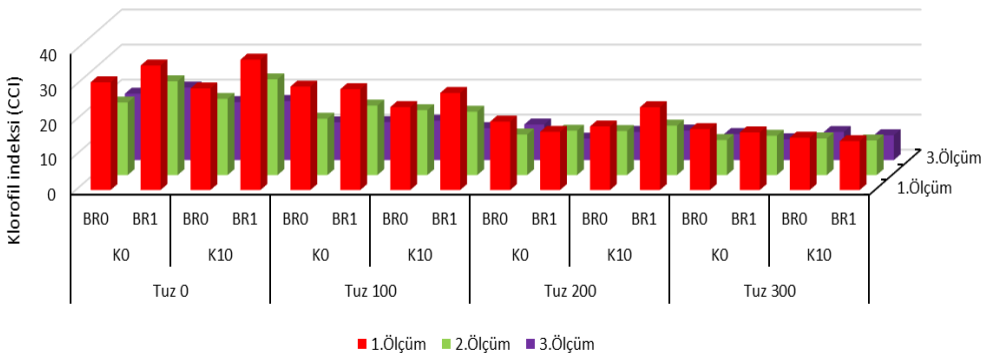
Yaprak nisbi su içeriği, bitki dokularında metabolik aktiviteyi yansıtan bitki su durumunun alternatif bir ölçümü olarak kabul edilir (Flower ve Ludlow, 1986). Yaprak nisbi su içeriğindeki azalma, terlemeyle kaybedilen suyun kök sistemi tarafından telafi edilememesine bağlanabilir (Gadallah, 2000; Yıldırım ve ark., 2008b). Kuşvuran (2010), stres koşullarına tolerant olan genotiplerin bünyelerindeki suyu korumalarına karşın, hassas olan genotiplerin bu konuda başarılı olamadıklarını, uygun olmayan koşullar altında önemli su kayıpları ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiştir. Çeşitli araştırmacılar, Khayyat ve ark. (2014) narda, Kuşvuran (2010) kavunda, Süyüm (2011) karpuzda, yaptıkları çalışmalarda tuzluluk stresiyle beraber yaprak nisbi su içeriğinin düştüğünü bildirmişlerdir. Demirel ve ark. (2014), mısırda yaptıkları çalışmada en yüksek YNSİ değerlerinin tuzsuz ve potasyumun en düşük olduğu konudan alındığını, tuz miktarının artmasıyla YNSİ değerlerinde bir azalmanın, bununla birlikte en yüksek potasyum dozunda YNSİ değerinde tekrar bir artışın olduğunu saptamışlardır. Gimeno ve ark. (2009) ise 2 farklı limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, tuz ve KNO_3 uygulamasının, yaprak nisbi su içeriğini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Farklı araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarda potasyum uygulamasının YNSİ üzerine farklı etkilerde bulunduğu ortaya konmuştur. Stres altındaki bazı bitkilerde toleransı arttırmak amacıyla, Kaya ve ark. (2013) mısırda glisin betain, Yang ve ark. (2014) çimde ALA, Karlıdağ ve ark. (2011) ise çilekte 24-EBL uygulamalarının etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmaların tümünde, tuz uygulamasıyla beraber YNSİ değerinin düştüğü, iyileştiricilerin ise

olumlu etkilerde bulunduğu, ancak bu etkilerin kimi zaman kontrolün altında bir seviyede kaldığı bildirilmiştir.

Gerçekleştirilen bu denemede yaprak nisbi su içeriği tuz ve KN uygulamasıyla beraber önemli bir azalma göstermiştir. Bu duruma iyonik ve antagonistik etkilerle beraber, bitki kök bölgesindeki osmotik potansiyelin yükselmesinin sebep olabileceği gibi, bitki bünyesinde çözünen madde konsantrasyonunun artışı da sebep olabilmektedir. Araştırıcıların bu konu ile ilgili sonuçları bitki türüne, yaşına, uygulama şekli ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir.

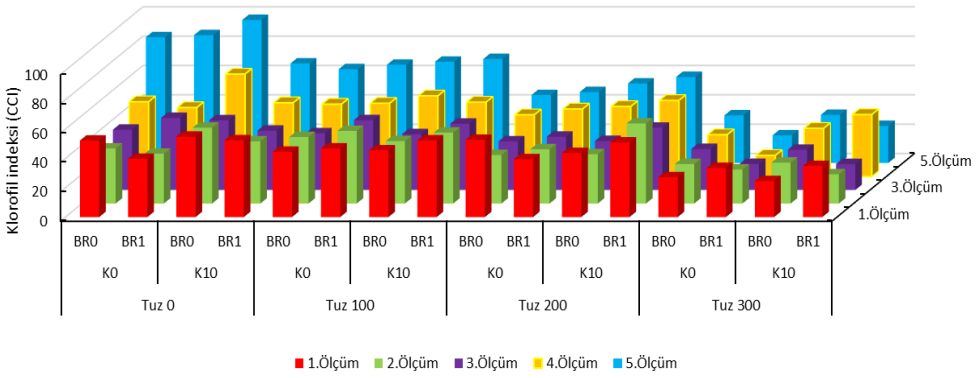
4.3.2. Klorofil indeksinin belirlenmesi (CCI)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının klorofil indeksi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak ölçümler alınmıştır. Uygulamaların zaman içerisinde yaprak klorofil içeriği üzerine olan etkisi Şekil 4.28. de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Tuz dozlarının artışına paralel olarak klorofil indeksinin azaldığı, en düşük klorofil indeksi değerinin Tuz_{300} uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Ancak iyileştirici olarak uygulanan dışsal KN ve BR uygulamalarının bazı konularda klorofil indeksi değerinin artmasına neden olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.28. Denemenin birinci yılında uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisi (2017)

Denemenin ikinci yılındaki klorofil indeks değerinin dönemsel gelişimi ve uygulamaların zaman içerisindeki etkisi Şekil 4.29.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere (Tuz_{300} dışında) ölçüm periyodu süresince tüm konuların ortalama klorofil indeks değeri artış gösterirken, Tuz_{300} seviyesindeki bazı uygulamaların son klorofil ölçüm değerinin başlangıç değerinden daha geride kaldığı görülmüştür. Tuz dozlarındaki artışla beraber, bitkilerde fotosentez için mutlak gerekli olan klorofil, ciddi bir azalma göstermiştir. Bunun yanı sıra dışsal KN ve BR uygulamalarının özellikle bazı konularda klorofil indeksi değerini arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.29. Denemenin ikinci yılında uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisi (2018)

Tuz, ilave potasyum nitrat ve dışsal olarak uygulanan BR'in klorofil indeksi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre her iki yılda da tuz uygulamalarının etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Denemenin ilk yılında KN ve BR uygulamaları önemsiz bulunurken ikinci yılda önemli oldukları belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında Tuz*KN uygulaması yalnızca denemenin ikinci yılında, Tuz*BR uygulaması her iki yılda da önemli, KN*BR uygulaması ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33.-4.35).

Çizelge 4.33.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık klorofil indeksi değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının klorofil indeksi üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk ve ikinci yıl en yüksek klorofil indeksi değerleri sırasıyla 19.46 ve 84.55 ile Tuz_0 uygulamasından elde edilirken, en

düşük değerler ise yine yıl sırasına göre 7.14 ve 27.33 ile tuzun en yüksek olduğu Tuz_{300} uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artış, SPAD değerlerinde azalmalara neden olmuştur. Denemenin ilk yılında KN ve BR uygulamaları önemsiz bulunmuştur. KN uygulaması denemenin ikinci yılında istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, KN_{10} uygulaması 59.52 ile KN_0 uygulamasından (56.20) daha yüksek bir değer vermiştir. BR uygulaması da ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, BR_0 konusu 60.24 ile öne çıkarken BR_1 konusu 55.49 ile daha düşük bir değer vermiştir.

Çizelge 4.33. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının klorofil indeksi üzerine etkisi

Uygulamalar	Klorofil indeksi (CCI)	
	2017	**2018**
Tuz_0	19.46 a	84.55 a
Tuz_{100}	10.44 b	67.70 b
Tuz_{200}	8.22 c	51.86 c
Tuz_{300}	7.14 c	27.33 d
LSD	**1.418****	**5.889****
KN_0	11.39	56.20 b
KN_{10}	11.24	59.52 a
LSD	**Ö.D.**	**3.100***
BR_0	11.67	60.24 a
BR_1	10.96	55.49 b
LSD	**Ö.D.**	**4.164****

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz*KN uygulamasının klorofil indeksi üzerine olan etkisi denemenin ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.34.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek klorofil indeksi değeri 86.43 ile Tuz_0 KN_0 konusundan, en düşük değer ise 25.63 ile Tuz_{300} KN_0 uygulamasından elde edilmiştir. KN_{10} uygulaması, Tuz_0 dışındaki tüm konularda olumlu etki göstermiş ve daha yüksek değerler alınmasını sağlamış, ancak bu iyileşme tüm konularda kontrol seviyesinin altında kalmıştır.

Çizelge 4.34. Tuz*KN uygulamasının klorofil indeksi üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	KNO_3 (mM)	Klorofil indeksi (CCI)
0	0	86.43 a
	10	82.67 a
100	0	65.44 b
	10	69.97 b
200	0	47.31 d
	10	56.41 c
300	0	25.63 e
	10	29.03 e
LSD		**6.191***

*p<0.05 düzeyinde önemli

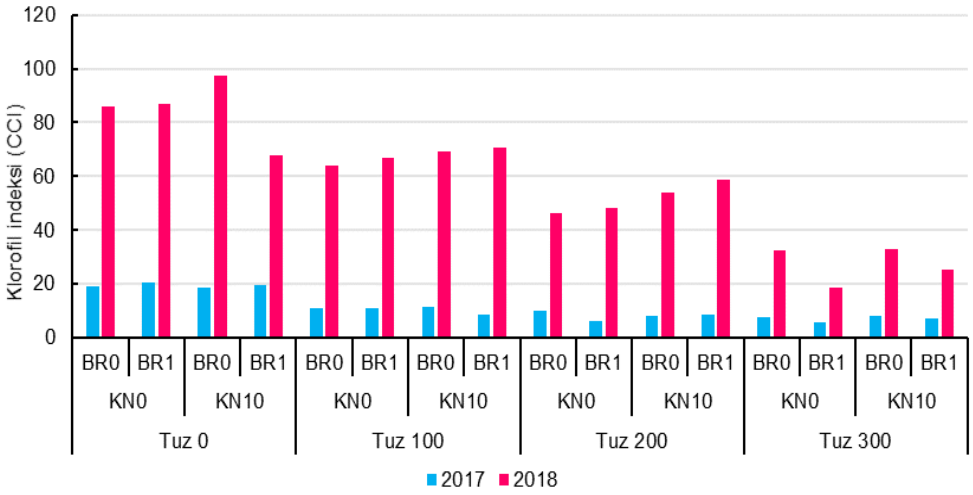
Tuz*BR uygulamasının klorofil indeksi üzerine olan etkisi ilk yıl %5, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.35.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere denemenin ilk yılında en yüksek klorofil indeksi değeri 20.15 ile Tuz_0 BR_1 konusunda, ikinci yıl ise 91.61 ile Tuz_0 BR_0 konusundan elde edilmiştir. En düşük değerler ise her iki yılda da Tuz_{300} BR_1 konusundan alınmış olup, yıllara göre sırasıyla 6.52 ve 22.05 olarak ölçülmüştür. BR uygulaması denemenin birinci yılında Tuz_0 konusunda önemli bir etki yapmazken Tuz_{100}, Tuz_{200} ve Tuz_{300} konularında azaltıcı etkilerde bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise BR uygulaması stresin olmadığı Tuz_0 ve yüksek olduğu Tuz_{300} konularında olumsuz etkilerde bulunmuş, orta şiddetli stres koşullarında ise önemli düzeyde olmasa da klorofil indeksini arttırıcı etkide bulunmuştur. Ancak, bu artış kontrol düzeyine ulaşmasında yeterli olmamıştır.

Çizelge 4.35. Tuz*BR uygulamasının klorofil indeksi üzerine etkisi

NaCl (mM)	BR (µM)	Klorofil indeksi (CCI)	
		2017	**2018**
0	0	18.77 a	91.61 a
	1	20.15 a	77.49 b
100	0	11.04 b	66.49 c
	1	9.84 bc	68.92 c
200	0	9.13 cd	50.24 d
	1	7.31 e	53.49 d
300	0	7.75 de	32.62 e
	1	6.52 e	22.05 f
LSD		**1.491***	**8.323****

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli

Farklı dozlarda uygulanan tuz, KN ve BR kombinasyonlarına ait ortalamalar Şekil 4.30.'da verilmiştir. Şekilde görüleceği üzere denemenin ilk yılında en yüksek klorofil indeksi değeri 20.72 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en düşük değer 5.95 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 konusundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında en yüksek klorofil indeksi değeri 97.50 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusundan alınırken en düşük değer ise 18.84 ile ilk yılda olduğu gibi Tuz_{300} KN_0 BR_1 konusundan alınmıştır.



Şekil 4.30. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre klorofil indeksi üzerine etkisi

Tuzlu koşullar altında, yaprak klorofil içeriğinin azalması, klorofil düşürücü enzim klorofilaz aktivitesinin yükselmesinden (Sabater ve Rodriguez, 1978; Reddy ve Vora, 1986) ya da tuzluluğun fotosentez aparatlarına verdiği zarardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Yasseen, 1983). Tuzlu koşullar altında Khayyat ve ark. (2014) narda, Aras (2018) ise kirazda yaprak klorofil içeriklerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Bazı turunçgil türleri üzerinde çalışan araştırıcılar, tuzluluk stresinin etkilerini azaltmak amacıyla iyileştirici olarak kullanılan dışsal KNO_3'ın, tuzun zararlı etkisini hafifleterek, azalan yaprak klorofil içeriğinin yükselmesini sağladığını bildirmişlerdir (Iglesias ve ark., 2004; Khoshbakht ve ark., 2014; Tsabarducas ve ark., 2015). Klorofil içeriği ile ilgili olarak çalışan bazı araştırıcılardan, Sadeghi ve Shekafandeh (2014) yenidünya üzerinde 24-EBL'in, Sharma ve ark. (2011) turunçgillerde poliamin ve paklobutrazol kullanımının, Kaya ve ark. (2013) mısır bitkisinde glisin betain uygulamasının, Yang ve ark. (2014), çimende ALA'nın, Karlıdağ ve ark. (2011) çilekte 24-EBL'in, Li ve ark. (2012b) ise *Malus hupehensis*

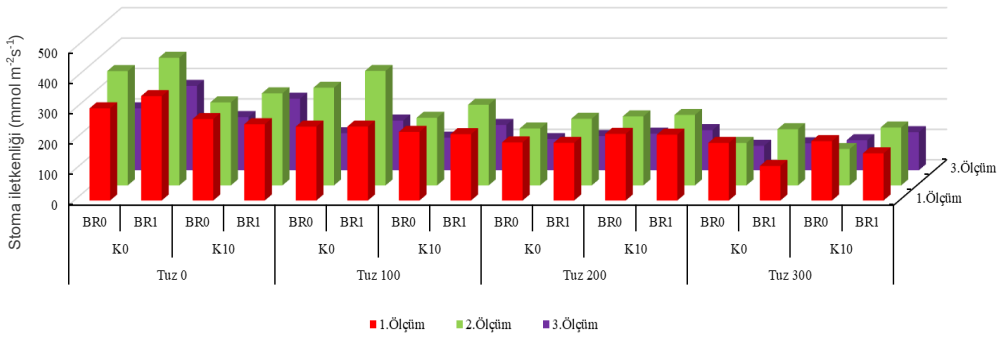
bitkilerinde dışsal melatonin uygulamasının etkilerini belirledikleri araştırmaların tümünde, tuzluluk uygulamasıyla beraber klorofil içeriğinde önemli bir azalmanın olduğunu, ancak uygulanan iyileştiricilerin yaprak klorofil içeriği üzerinde tuzun zararlı etkisini azalttığını bildirmişlerdir. Jin ve ark. (2015), incir üzerinde yaptıkları çalışmada, 40 ^{o}C de klorofil içeriğinin kontrole göre önemli derecede düştüğünü, bu sıcaklıkta yapılan BRs uygulamasının klorofil içeriğini arttırdığını saptamışlardır.

Yeşil renk pigmenti olan ve kloroplastlarda yer alan klorofil, güneşten gelen ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesinde görev almaktadır. Artan klorofil içeriği ışık alma kapasitesini destekleyerek fotosentez oranında artışa sebep olur (Youssef ve Awad, 2008). Klorofil miktarının, su stresi, tuz stresi, besin maddesi noksanlığı gibi çeşitli abiyotik stres koşullarına bağlı olarak etkilenmesi, bitkinin CO_2 asimilasyon sürecinde sektelerin oluşmasına yol açabilmektedir.

Yukarıda bildirilen birçok çalışma sonucunda olduğu gibi yapılan bu çalışmada da tuz dozlarındaki artışla birlikte klorofil indeksi değerlerinde azalmalar olduğu saptanmıştır. Tuz stresi altındaki bitkilere KN uygulamalarının klorofil indeks değerlerini arttırdığı, ancak BR uygulamalarının ise yıllara göre farklı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarından farklı bulguların elde edilmesinde, çalışılan tür, çeşit, iklim koşulları, örnekleme zamanı ve uygulama dozu gibi birçok içsel ve dışsal faktörün etkisi söz konusu olabilmektedir.

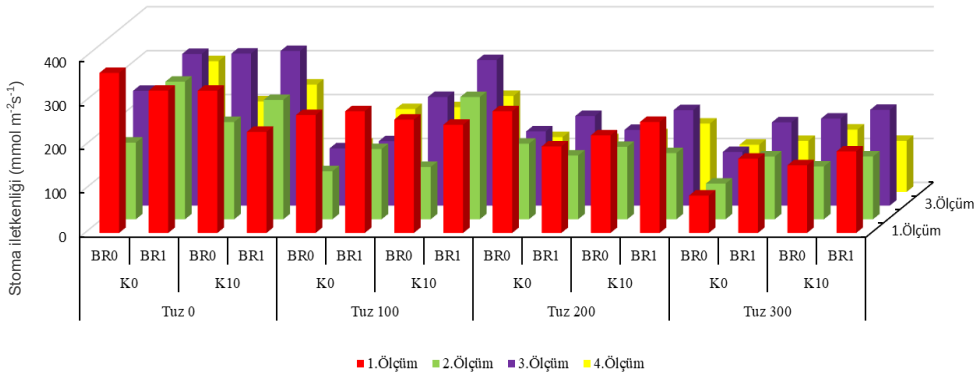
4.3.3. Stoma iletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının stoma iletkenliği üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak ölçümler alınmıştır (Şekil 4.31.). Şekilden görüldüğü üzere tuz dozlarının artışına paralel olarak stoma iletkenliğinin azaldığı, en düşük stoma iletkenliği değerinin Tuz_{300} uygulamasında ölçüldüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra dışsal KN ve BR uygulamalarının özellikle bazı konularda stoma iletkenliği üzerinde olumlu değişimlere sebep olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Denemenin birinci yılında uygulamaların stoma iletkenliği üzerine etkisi (2017)

Denemenin ikinci yılındaki stoma iletkenlik değerinin dönemsel değişimi ve uygulamaların zaman içerisindeki etkisi Şekil 4.32.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere tüm ölçümlerde tuz dozlarındaki artışla beraber stoma iletkenlik değeri düşüş göstermiştir. Bunun yanı sıra dışsal KN ve BR uygulamalarının özellikle bazı konularda stoma iletkenliğini arttırıcı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.32. Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma iletkenliği üzerine etkisi (2018)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının stoma iletkenliği üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamasının stoma iletkenliği üzerinde her iki yılda da önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. KN uygulaması denemenin ilk yılında önemsiz bulunurken, ikinci yılında önemli bulunmuştur. BR uygulaması ise denemenin her iki yılında da önemli bulunmuştur.

Uygulamalar arasındaki kombinasyonlara bakıldığında Tuz*BR uygulaması ilk yıl önemsiz ikinci yıl ise önemli bulunurken, Tuz*KN ve KN*BR uygulamaları her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.36.-4.37.).

Çizelge 4.36.'da tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık stoma iletkenlik değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının stoma iletkenliği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak stoma iletkenliğinin en fazla olduğu konu 227.05 ve 219.49 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 olurken, Tuz_{300} konusu 98.32 ve 116.38 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile en düşük değerleri vermiştir. KN konusu denemenin ilk yılında önemsiz, ikinci yılında ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN_{10} konusu 172.30 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile daha yüksek bir değer verirken, KN_0 konusu 157.68 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile daha düşük bir değer vermiştir. BR uygulaması her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yine yıllara göre sırasıyla 163.87 ve 173.40 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile BR_1 konusu öne çıkarken, 127.92 ve 156. 58 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile BR_0 konusu daha düşük değerler vermiştir.

Çizelge 4.36. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının stoma iletkenliği üzerine etkisi

Uygulamalar	Stoma İletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)	
	2017	**2018**
Tuz_0	227.05 a	219.49 a
Tuz_{100}	136.28 b	194.30 b
Tuz_{200}	121.93 bc	129.79 c
Tuz_{300}	98.32 c	116.38 d
LSD	**31.978****	**11.443****
KN_0	145.11	157.68 b
KN_{10}	146.68	172.30 a
LSD	**Ö.D.**	**8.091****
BR_0	127.92 b	156.58 b
BR_1	163.87 a	173.40 a
LSD	**22.612****	**8.091****

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

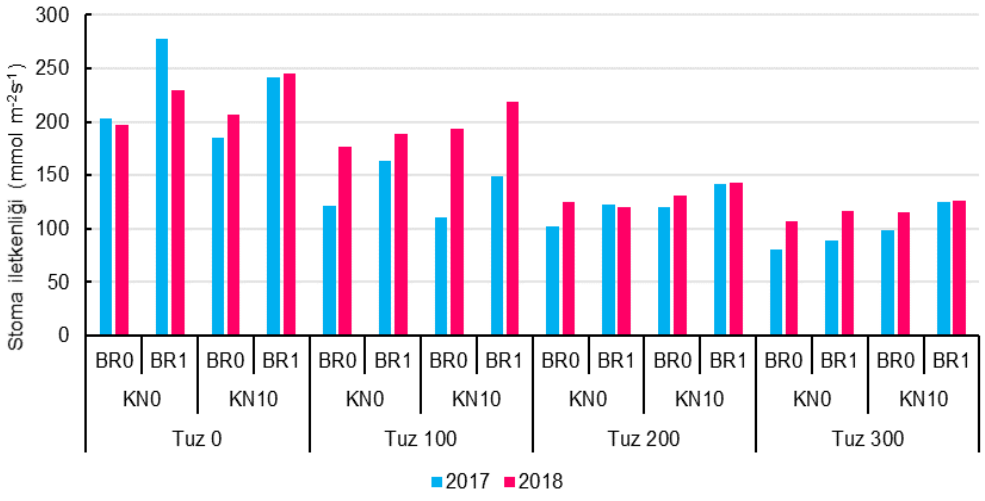
Tuz*BR uygulamasının stoma iletkenliği üzerine olan etkisi ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.37.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek stoma iletkenliği değeri 237.25 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 BR_1 konusundan elde edilirken, en düşük değer ise 111.45 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_{300} BR_0 konusundan alınmıştır. BR uygulamaları tüm tuz konularında stoma iletkenliği değerleri üzerinde olumlu etkilere sebep olarak artış sağlamıştır.

Çizelge 4.37. Tuz*BR uygulamasının stoma iletkenliği üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	BR (µM)	Stoma İletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)
0	0	201.73 b
	1	237.25 a
100	0	184.88 c
	1	203.72 b
200	0	128.23 d
	1	131.35 d
300	0	111.45 e
	1	121.30 de
LSD		**16.18****

**p<0.01 düzeyinde önemli;

Üçlü kombinasyon halinde değerlendirilen tuz, KN ve BR uygulamalarının stoma iletkenliği üzerindeki etkisi Şekil 4.33.'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere denemenin ilk yılında en yüksek stoma iletkenliği değeri 277.53 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en düşük değer 80.50 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konusundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek stoma iletkenliği 244.60 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 konusundan alınırken, en düşük değer ise 107.53 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konusundan alınmıştır.



Şekil 4.33. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre stoma iletkenliği üzerine etkisi

Stomalar, bitkilerin içsel hava boşlukları ile dışsal atmosfer arasında bağlantı kurma görevi olan bitki organelleridir. Stres altında stomaların kapanması, fotosentez için gerekli olan CO_2'in alınamaması veya alınımının azalmasına sebep olmasının yanı

sıra, bitkilerin su kaybının önlenmesi anlamına da gelmektedir (Raschke, 1976; Cowan, 1982). Stoma iletkenliğindeki azalma, tuz stresinin sebep olduğu su stresinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Gucci ve ark., 1997). Tuz uygulamalarıyla beraber stoma iletkenlik değerinin narda (Khayyat ve ark., 2014), kirazda (Aras, 2018) ve karpuzda (Süyüm, 2011) azaldığını bildiren çalışmalar, bulgularımız ile uyum içerisindedir.

Stres koşulları altında yapraktan K uygulamasının pozitif etkisi, vakuollerde bir osmolit olarak rol almasının yanı sıra (Marschner, 1995), stoma iletkenliği ve klorofil sentezi üzerindeki olumlu etkisine bağlı olarak fotosentez oranını arttırmasından kaynaklanabilir (Athar ve Ashraf, 2005; Shi ve ark., 2006). Daha önceden yapılan bazı çalışmalarda stoma dengesinin büyük oranda epidermal ve bekçi hücreleri ile yaprak apoplastlarındaki K dağılımına bağlı olduğu bildirilmiştir (Shabala ve ark., 2002). Khoshbakht ve ark. (2014), portakalda NaCl uygulamasıyla beraber potasyum nitrat uygulamasının stoma iletkenlik ve diğer gaz değişim parametrelerini arttırarak, bu koşullar altında fotosentetik aktiviteyi yükselttiğini bildirirken, Gimeno ve ark. (2009), limonda tuz ve tuz+potasyum nitrat uygulamalarının beraber olduğu konular arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Borowski ve Michalek (2009), ıspanakta yaptıkları çalışmada, yapraktan uygulanan üre ve farklı potasyum tuzlarının ıspanak yapraklarında stoma iletkenliğini arttırarak daha yoğun bir gaz değişimine ve bunu takiben de, transpirasyon ve fotosentez üzerinde olumlu etkilere sebep olduğunu bildirmişlerdir. Elhindi ve ark. (2016), kişnişte tuz stresinin net CO_2 asimilasyon oranı, transpirasyon oranı ve stoma iletkenliği gibi gaz değişim parametrelerini önemli derecede azalttığını, ancak yapraktan KNO_3 uygulamasının stoma iletkenliğini arttırdığını saptamışlardır. Stoma iletkenliği, stres koşulları altında bitkilerin fotosentez oranını ve su dengesini kontrol etmede son derece önemlidir (Athar ve Ashraf, 2005; Dubey, 2005).

Yüksek tuzluluk stresi altında bulunan çeşitli bitki türlerinde uygulanan dışsal iyileştiricilerin stoma iletkenliğini arttırdığına dair birçok araştırma sonucu bulunmaktadır. Yang ve ark. (2014) çim bitkisinde ALA uygulamasının, Karlıdağ ve ark. (2011) çilek üzerinde 24-EBL'nin, Sharma ve ark. (2011) ise turunçgillerde

poliamin ve paklobutrazol kullanımının, tuzluluk stresinin neden olduğu stoma iletkenliğindeki azalmayı iyileştirdiği ile ilgili bulguları, elde ettiğimiz sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Dubey (2005), BRs'lerin fotosentetik aktivitede artış meydana getirdiğini ve bu artışın stomayla ilgili faktörlerden kaynaklanabileceği gibi stoma dışı faktörlerden ya da bunların kombinasyonlarından kaynaklanmış olabileceğini bildirmiştir.

Yapılan bu çalışmada yüksek tuz koşulları altında stoma iletkenliğinin önemli oranda azaldığı ve ilave potasyum uygulamalarının olumlu etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. BR uygulaması tüm tuz konularında stoma iletkenliğini artırırken, stresin olmadığı konularda en yüksek iletkenlik değerlerinin alınmasını sağlamış, tuzluluk artışıyla beraber bu iyileştirici etki kademeli olarak düşse de, tüm konularda BR uygulamasının iyileştirici etkisi öne çıkmıştır. Potasyum ve BR'in birlikte uygulandığı kombinasyonlarda stoma iletkenliğinin aynı tuz seviyesindeki uygulamasız konulara göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Bu durumda BR, stomalardaki gaz alışverişindeki sınırlamayı azaltarak, fotosentez oranının artmasına katkıda bulunmuş olabilir.

4.3.4. Yaprak hücrelerinde membran geçirgenliği (%)

Farklı tuz dozları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilerde stresi azaltmak amacıyla uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz ve KN uygulamalarının membran geçirgenliği üzerindeki etkisi her iki yılda da önemli, BR uygulamasının etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.38.). Membran geçirgenliği üzerine Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının etkisinin her iki yılda da önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.38.'de tuz, KN ve BR uygulamalarına ait iki yıllık membran geçirgenliği değerleri verilmiştir. Tuz ve KN uygulamalarının zararlanma indeksi üzerine etkisi her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak her iki yılda da en düşük zarar indeksi %33.43

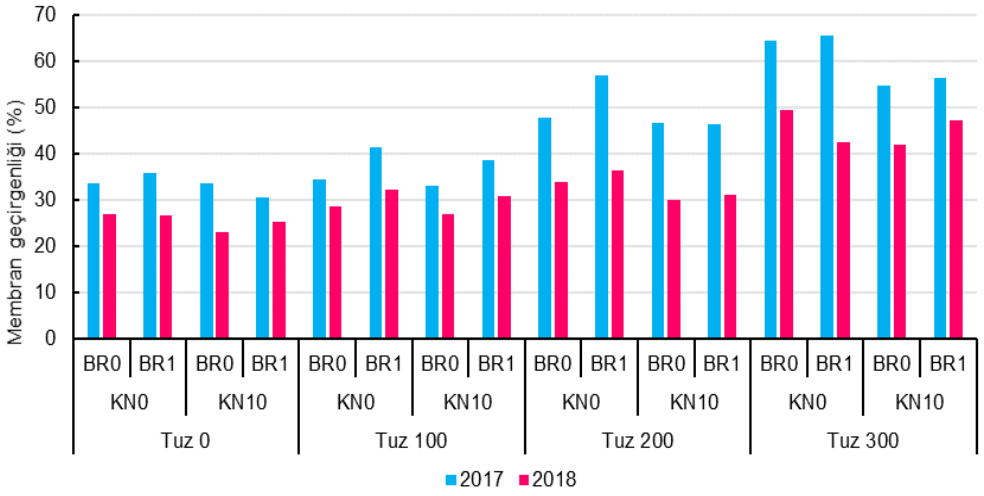
ve %25.43 ile Tuz_0 konusundan alınırken, en yüksek değerler %60.27 ve %45.20 ile Tuz_{300} konusundan alınmıştır. KN uygulamasında ise yıllara göre sırasıyla KN_{10} konusundan %42.50 ve %32.08 ile daha düşük değerler alınırken, KN_0 konusu %47.50 ve %34.52 ile daha yüksek değerler vermiştir. BR uygulaması her iki yılda da önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkisi

Uygulamalar	Membran geçirgenliği (%)	
	2017	**2018**
Tuz_0	33.43 c	25.43 c
Tuz_{100}	36.90 c	29.64 b
Tuz_{200}	49.40 b	32.82 b
Tuz_{300}	60.27 a	45.20 a
LSD	**6.392****	**3.467****
KN_0	47.50 a	34.52 a
KN_{10}	42.50 b	32.08 b
LSD	**4.520****	**2.452****
BR_0	43.57	32.52
BR_1	46.43	34.02
LSD	**Ö.D.**	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Uygulamalardan elde edilen verilerin üçlü kombinasyonları yıllar bazında Şekil 4.34.'de verilmiştir. Şekilde görüleceği üzere denemenin ilk yılında en düşük membran geçirgenliği %30.43 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 konusundan alınırken, en yüksek değer %65.56 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise, en düşük membran geçirgenliği %22.98 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusundan alınırken en yüksek değer %49.33 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.34. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre membran geçirgenliği üzerine etkisi

Stres koşullarının en fazla etkilediği yapılardan bir tanesi de hücre membranlarıdır. Stres tepkisi, bazı türlerde büyüme azalması ya da şiddetli kloroz etkilerinden önce, membran geçirgenliğinde zararlanma ile kendini göstermektedir (Lutts ve ark., 1996; Mansour ve Salama, 2004). Stres altındaki bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran geçirgenliği, tuz ve su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı osmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizlik durumu olarak ifade edilmektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002). Tuzluluk stresi, hücre zarında geri dönüşü olmayan hasara yol açabilir (Mundree ve ark. 2002). Tuz uygulamalarındaki artışa bağlı olarak membran yapılarının bozulmasıyla membranlardan elektrolit sızıntısı meydana gelir (Leopold ve Willing, 1984). Bu konuyla ilgili olarak, Khayyat ve ark. (2014) narda, Aras (2018) ise kirazda yaptığı çalışmada tuzluluğun membran geçirgenliği üzerinde çeşitlere göre farklı etkilerde bulunduğunu, Süyüm (2011), tuzluluk ve kuraklık stresi altındaki karpuzda, en fazla zararlanmanın tuzluluk stresi altında gerçekleştiğini, Kuşvuran (2010) ise kavun bitkilerinde tuz ve kuraklığa toleransı yüksek olan genotiplerde yaprak membran zararlanma indeksin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2003), $Ca(NO_3)_2$ ve KNO_3 uygulamalarının, Karlıdağ ve ark. (2011) ise 24-Epibrassinolidin, tuzluluk stresi altındaki çilek bitkisinde membran

geçirgenliğini azalttığını bildirmişlerdir. Şahin (2009), üzüm üzerinde yaptığı çalışmada tuz uygulamalarının membran stabilite indeksi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu, farklı çeşitlerin tuz ve bor uygulamalarına bağlı olarak farklı tepkiler verdiklerini, Li ve ark. (2012b) ise *Malus hupehensis* üzerinde yaptıkları çalışmada, dışsal melatonin uygulamasının tuzluluğun sebep olduğu elektrolit kaçağı üzerinde önemli bir farklılığa sebep olmadığını bildirmişlerdir. Elektron kaçağı, stres koşulları altında membran geçirgenliği ve membran bütünlüğünün kaybı ile ilgili bilgi veren iyi bir göstergedir. Bu bağlamda dışsal olarak uygulanan bazı iyileştiricilerin etkinliğini ortaya koymak amacıyla, Kaya ve ark. (2013) mısırda yapraktan glisin betain, Yang ve ark. (2014) çim bitkisinde yapraktan ALA, Sharma ve ark. (2011) ise turunçgillerde PBZ ve Put kullanımının, elektrolikit sızıntısını düşürerek koruyucu rol üstlendiklerini bildirmişlerdir.

Çeşitli araştırıcıların tuzluluk stresi ve ilave iyileştirici uygulamalarıyla ilgili sonuçları, bulgularımızı destekler niteliktedir. Yapılan bu çalışmada her iki yılda da tuzluluk artışı ile birlikte membran geçirgenliğinin arttığı ve potasyum uygulamalarının kontrol düzeyinde olmasa da bu zararın etkisini hafiflettiği saptanmıştır. Farklı türlerde yapılan birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da hücrelerde Na ve Cl iyon içeriği artışının hücre membranlarına zarar vererek, elektriksel iletkenliği arttırdığı düşünülebilir. Çalışmada BR uygulamasının her iki yılda da önemli bir etkisi görülmemiştir. Araştırıcıların bulguları ile ilgili farklılıklar çalışılan türe, iyileştiriciye ve uygulama zamanı ile etki mekanizmasına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

4.4. Biyokimyasal Analizler

4.4.1. Yaprakların prolin konsantrasyonu (µmol g^{-1} ta)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilerde stresi azaltmak amacıyla uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının prolin içeriği üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz ve BR uygulamaları her iki yılda da prolin konsantrasyonu üzerinde önemli bir etkiye

sahip olurken, KN uygulaması ilk yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde Tuz*BR uygulaması denemenin yalnızca ikinci yılında önemli bulunurken, Tuz*KN ve KN*BR uygulamaları her iki yılda da önemsiz bulunmuşlardır (Çizelge 4.39.-4.40).

Çizelge 4.39.'da tuz, KN ve BR uygulamalarına ait iki yıllık prolin konsantrasyon değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının prolin konsantrasyonu üzerine etkisi her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak her iki yılda da en düşük prolin içeriği 1.09 ve 0.90 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 konusundan alınırken, en yüksek değerler 2.47 ve 1.45 µmol g^{-1} ta ile stres konusunun en yüksek olduğu Tuz_{300} konusundan alınmıştır. Denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunan KN uygulamasında KN_0 konusu 1.81 µmol g^{-1} ta olarak belirlenirken, KN_{10} uygulaması ise 2.10 µmol g^{-1} ta ile daha yüksek bir prolin konsantrasyon değeri vermiştir. BR uygulaması denemenin her iki yılında da prolin içeriğini düşürmüş olup, denemeni ilk yılında %5, ikinci yılında ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla BR_1 konusu, 1.85 ve 1.16 µmol g^{-1} ta ile BR_0 konusundan (2.06 ve 1.34 µmol g^{-1} ta) daha düşük değerler vermiştir.

Çizelge 4.39. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının prolin içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak prolin içeriği (µmol g^{-1} ta)	
	2017	**2018**
Tuz_0	1.09 c	0.90 b
Tuz_{100}	2.04 b	1.30 a
Tuz_{200}	2.22 ab	1.36 a
Tuz_{300}	2.47 a	1.45 a
LSD	**0.356****	**0.165****
KN_0	1.81 b	1.23
KN_{10}	2.10 a	1.27
LSD	**0.252****	**Ö.D.**
BR_0	2.06 a	1.34 a
BR_1	1.85 b	1.16 b
LSD	**0.187***	**0.117****

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

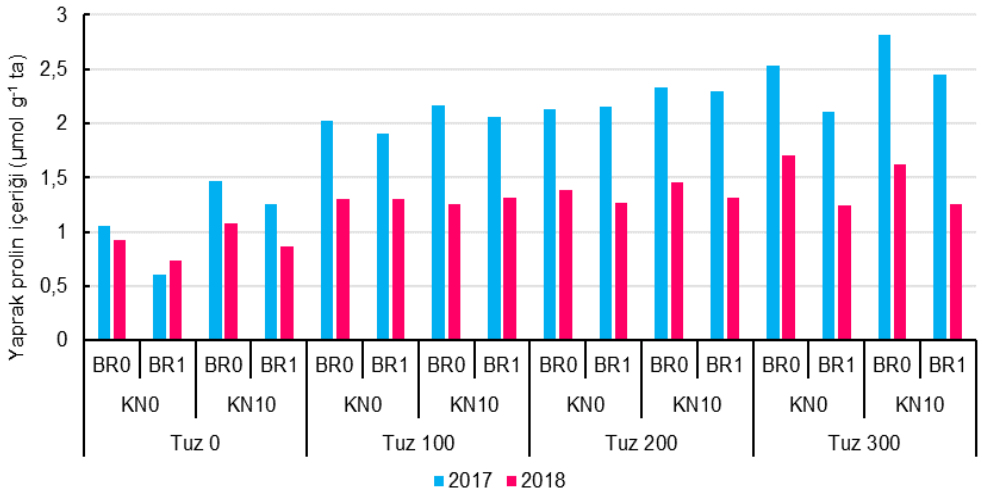
Tuz*BR uygulaması denemenin ikinci yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, sonuçlar Çizelge 4.40.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en düşük prolin içeriği 0.80 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 BR_1 uygulamasından, en yüksek prolin içeriği ise 1.66 µmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.40. Tuz*BR uygulamasının prolin içeriği üzerine etkisi (2018)

NaCl (mM)	BR (µM)	Yaprak prolin içeriği (µmol g^{-1} ta)
0	0	1.00 c
	1	0.80 c
100	0	1.28 b
	1	1.31 b
200	0	1.42 b
	1	1.29 b
300	0	1.66 a
	1	1.24 b
LSD		**0.235****

**p<0.01 düzeyinde önemli

Yaprak prolin içeriği üzerine tuz, KN ve BR kombinasyonunun etkisi ile ilgili iki yıllık değerler Şekil 4.35.'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere denemenin ilk yılında en düşük prolin konsantrasyonu 0.60 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en yüksek değer 2.81 µmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en düşük prolin konsantrasyon değeri 0.73 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken en yüksek değer ise 1.71 µmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.35. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak prolin içeriği üzerine etkisi

Prolin, stres altındaki bitkilerde osmotik düzenlemeye hücresel düzeyde katkıda bulunan anahtar bir osmolittir (Perez-Alfocea ve ark.,1993; Yoshiba ve ark., 1997). Prolin, tuzluluğa maruz bırakılan bitkilerde ROS'u temizleyerek, bitkileri detoksifiye ederek veya hücresel yapılara zarar vermelerini önleyerek olumlu etkilerde bulunabilir

(Zhu, 2001). Bir amino asit olarak prolinin, osmotik uyuma aracılık etmede ve stres altındaki bitkilerde hücre içi yapıları korumada önemli bir rol oynadığına dair güçlü kanıtlar vardır (Ashraf ve Harris, 2004). Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerdeki prolin ve diğer amino asit miktarlarındaki önemli artış, birçok araştırıcı tarafından belirtilmiştir (Fougère ve ark., 1991; Di Martino ve ark., 2003; Kavi Kishor ve ark., 2005). Stres altındaki bitkilerde serbest amino asitlerin artışı zararın sadece bir semptomu olarak ileri sürülmüştür (Dubey ve Rani 1990; Silveira ve ark., 2001; Di Martino ve ark., 2003). Alternatif bir yaklaşım ise serbest amino asitlerin osmolit gibi davranarak osmotik ayarlamaya katkıda bulunması şeklindedir (Ford, 1984). Tuzluluk, ABA miktarında artışa ve stomaların kapanmasına sebep olan geçici bir su açığını tetikler (Gomez-Cadenas ve ark., 2002). Daha sonra bitkiler, uygun bir su akışı ve yaprak turgoru sağlamak için yapraklarda daha fazla prolin ve iyon biriktirir (Arbona ve ark., 2003). Bitkilerin tuza toleransı osmoregülasyon ile ilgilidir. Prolinin, stresli koşullar altında makro moleküllerin korunmasında ve reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde, uyumlu bir osmolit olarak hizmet ettiği (Ashraf ve Foolad, 2007), aynı zamanda membran ve enzimleri koruyup dengeleyerek strese toleransı arttırdığı bilinmektedir (Rudoplh ve ark., 1986).

Khayyat ve ark. (2014) narda, Manaa ve ark. (2014) ise domateste yaptıkları çalışmalarda, tuzluluğun prolin konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Khoshbakht ve ark. (2014) portakalda, Gimeno ve ark. (2009) limonda, yaptıkları çalışmada tuz ve KNO_3 uygulamasının, yaprak prolin konsantrasyonunu önemli derecede yükselttiğini, Tsabarducas ve ark. (2015) ise limonda, tuz ve KNO_3 uygulamasının yaprak prolin konsantrasyonunu düşürdüğünü ve çeşitler arasında farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir. Gimeno ve ark. (2009), tuz ve KNO_3 uygulamasıyla yaprak prolin konsantrasyonun arttığını, Cl ve Na içeriklerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Na ve Cl içeriğinin düşmesi ile bu elementlerin yaprak osmotik potansiyeline olan katkısının azaldığını ve böylece osmotik dengenin diğer iyonlar kullanılarak ya da prolin gibi organik çözünenlerin sentezi ile sağlandığını vurgulamışlardır.

Sharma ve ark. (2011), turunçgil anacında tuzlu ve tuzsuz koşullarda PBZ veya Put'in tek başına veya kombinasyon halinde uygulanmasının her iki durumda da prolin birikimi seviyesini yükselttiğini bildirmişlerdir. Kaya ve ark. (2013), tuz stresi altındaki mısır bitkisinde glisin betain uygulamasının, Sadeghi ve Shekafandeh (2014) ise yenidünya bitkisinde tuz ve 24-EBL uygulamasının stresli konularda yaprakların prolin içeriğini önemli oranda arttırdığını bildirmişlerdir. Birçok bitkide, prolin, glisin-betain ve çözünen şekerler gibi uyumlu osmokoruyucu metabolitler, hücreleri tuz stresinin zararlı etkilerine karşı korumak için üretilirler (Chell i-Chaabounia ve ark., 2010). Yaprak prolin birikimi, tuz stresi altındaki yüksek bitkilerde genel bir metabolik sonuçtur. Stewart ve ark. (1966), daha yüksek şeker ve nişasta içerikli yapraklarda prolin birikiminin daha fazla ve daha uzun süreli olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber, şayet bir hücre vakuolündeki Na miktarı çok yükselir ise en iyi bilinen osmotik düzenleyici olan prolin, vakuoldeki iyonların osmotik basıncını dengelemek için sitoplazmada birikmelidir (Munns, 2000). Kamiab ve ark. (2013), fıstıkta tuzluluk stresinin yapraklarda prolin içeriğini arttırdığını, tüm tuzluluk seviyelerinde PA uygulamalarının prolin miktarını azalttığını, en fazla etkiyi ise Spm'in gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, poliaminlerin tuzluluk stresinin etkilerini azaltan diğer mekanizmalara etki ederek, yaprak prolin içeriğinin düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Araştırıcılar, PA'lerin SOD ve CAT aktivitelerini arttırıp, H_2O_2 aktivitesini ise azaltarak tuz stresinin etkilerini azalttığını bildirmişlerdir. Stres altında bulunan bitkilerde kullanılan organik ya da inorganik iyileştiricilerin prolin konsantrasyonları üzerine farklı etkilerde bulunduğu ilgili literatürlerde bildirilmiştir. Bu bağlamda bulgularımızla uyum içerisinde olan sonuçlar olduğu gibi, farklı sonuçların elde edildiği literatürler de mevcuttur. Bu tip farklılıklar, tür, çeşit, stresin derecesi ve kullanılan iyileştiricinin etki mekanizmasından kaynaklanabilmektedir.

Bu araştırmada, her iki yılda da tuz ve KN uygulamasına paralel olarak prolin içeriğinin arttığı, BR uygulamasının ise düşürdüğü belirlenmiştir. Buna sebebin BR'lerin tuzluluk stresinin etkilerini azaltan diğer mekanizmalar üzerine etki ederek, yaprak prolin içeriğinin düşmesine sebep olabileceği düşünülebilir. Bitki bünyesinde artan prolin miktarı bitkinin stres altında olduğunu gösterir. Bu bağlamda BR uygulaması ile prolin içeriğindeki azalma, BR'in stresi hafiflettiği anlamına gelebilir.

Tuz ve KN uygulamaları ile prolin içeriğinin artması, kök bölgesinde artan osmotik basınçtaki artış ile açıklanabilir. Kök bölgesinde çözünür iyonların artması serbest haldeki suyun azalmasına ve osmotik basıncın artmasına sebep olur, bu durum bitkinin su alımını sıkıntıya sokar. Prolinin, içsel osmotik basıncı dengeleyen bir osmoregülatör görevi gördüğü ve bitkinin topraktaki sudan faydalanma olanağını arttırdığı düşünülebilir.

4.4.2. Lipit peroksidasyon (MDA) miktarı (nmol g^{-1} ta)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilerde stresi azaltmak amacıyla uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının malondialdehit (MDA) üzerine olan etkisi yalnızca denemenin ikinci yılında incelenmiş olup, sonuçlar Çizelge 4.41.'de verilmiştir. Tuz uygulaması MDA üzerinde önemli bir etkiye sahipken, KN ve BR uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. MDA içeriği üzerine Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur.

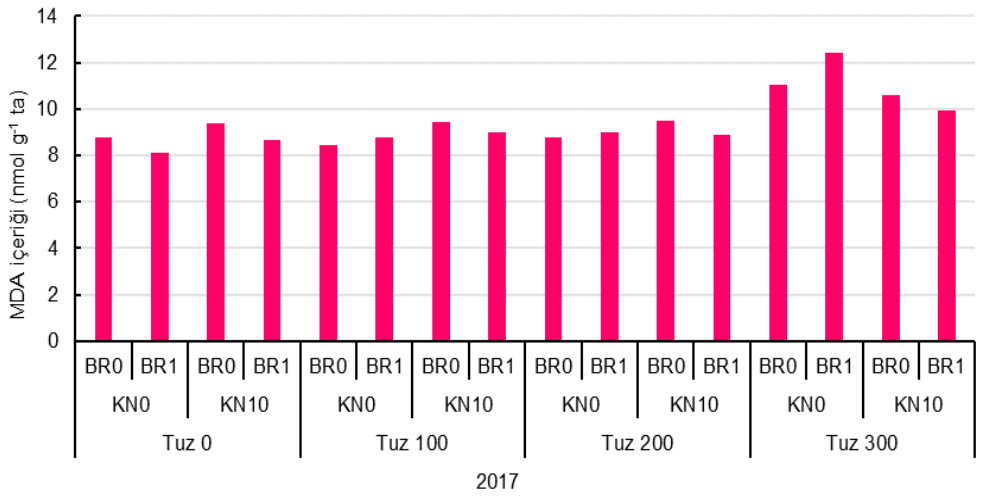
Çizelge 4.41.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarından elde edilen MDA değerleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının MDA üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük MDA içeriği 8.73 nmol g^{-1} ta ile Tuz_0 konusundan alınırken, en yüksek değerler 10.99 μmol g^{-1} ta ile stres konusunun en yüksek olduğu Tuz_{300} konusundan alınmıştır. KN ve BR uygulamalarının MDA içeriği üzerinde önemli bir etkisi bulunamamıştır.

Çizelge 4.41. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının lipit peroksidasyon içeriği üzerine etkisi (2018)

Uygulamalar	MDA içeriği (nmol g^{-1} ta)
Tuz_0	8.73 b
Tuz_{100}	8.92 b
Tuz_{200}	9.03 b
Tuz_{300}	10.99 a
LSD	**1.182****
KN_0	9.41
KN_{10}	9.42
LSD	**Ö.D.**
BR_0	9.49
BR_1	9.34
LSD	**Ö.D.**

**p<0.01 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Lipit peroksidasyonu üzerine tuz, KN ve BR kombinasyonunun etkisi Şekil 4.36.'da verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere denemede en düşük MDA değeri 8.10 nmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en yüksek değer ise 12.41 nmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından alınmıştır.



Şekil 4.36. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre MDA içeriği üzerine etkisi

Lipit peroksidasyonu, membran hasarı hakkında bilgi veren bir oksidatif stres belirtecidir. Reaktif oksijen türleri, zar lipitlerinin ve pigmentlerinin otokatalitik peroksidasyonuna neden olarak zar yarı geçirgenliğinin kaybına ve işlevlerinin değişmesine neden olur (Xu ve ark., 2006). Reaktif oksijen türleri (ROS) DNA, karbonhidrat, protein ve yağların oksidasyonuna neden olmaktadır. Nükleik asitleri

zarara uğratarak, klorofil, karbonhidrat ve protein oksidasyonuna sebep olan ROS miktarındaki artış (Yavaş ve ark., 2016), membran lipit peroksidasyonunu başlatabilir (Chen, 1991). ROS, oksidatif olarak yıkıcı bir süreç başlatsa da aynı zamanda çeşitli sinyal yollarını tetikler ve uygun ROS seviyelerinin sürdürülmesi bir hayatta kalma mücadelesini temsil edebilir (Apel ve Hirt 2004; Suzuki ve Mittler 2006). Düşük konsantrasyonlardaki reaktif oksijen türlerinin birçok işlemin sinyalizasyonunda rol oynadığı ileri sürülmektedir; ancak aşırı ROS birikimi oksidatif stresin göstergelerinden biridir (Bhattacharjee 2005; Suzuki ve Mittler 2006).

Yang ve ark. (2014), çim üzerinde yaptıkları çalışmada, ALA uygulaması yapılmış bitkilerin daha düşük bir MDA içeriğine sahipken, tuzsuz koşullar altındaki bitkilerde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada, tuz stresi altında Na birikiminin elektriksel iletkenliği ve MDA içeriğini arttırarak hücre membranlarında zararlanmalara neden olduğunu saptamışlardır. Stres koşulları altında ROS oluşumunun artması, hem koruyucu tepkilere, hem de hücresel zarara sebep olur (Bouché ve Fromm, 2004). Li ve ark. (2012b), *Malus hupehensis* bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluğun yapraklarda H_2O_2 oluşumunun artmasına neden olduğunu, ancak melatonin ilavesi ile bu üretimin bir şekilde baskılandığını bildirmişlerdir. Artan H_2O_2 konsantrasyonları membran zararı ve elektrolit kaçağına sebep olan lipit peroksidasyonuna neden olur (Kinnersley ve Turano, 2000). Verma ve Mishra (2005), Zhao (2004) ile Tang ve Newton (2005), Put uygulamasının antioksidan enzimlerin aktivitesini artırdığını ve böylece tuz stresi altında lipit peroksidasyonunu azalttığını bildirmişlerdir. Jin ve ark. (2015), incir fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada sıcaklık stresinin 35 ºC'den 40 ºC'ye çıkarılmasıyla MDA içeriğinin daha yüksek bir değer aldığını bildirmişlerdir. Yapılan BR uygulamasının stres altındaki bitkilerde artan MDA içeriğini düşürdüğünü, epibrassinolidin, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan yanıtları aynı anda arttırarak yüksek sıcaklığın neden olduğu oksidatif stresi hafiflettiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, EBR'nin ROS temizleme ve oksidatif zararı azaltmada anahtar bir role sahip olabileceğini göstermektedir. Çalışmada lipit peroksidasyondaki azalmanın, hidrojen peroksit (H_2O_2) süperoksit radikalleri ($O_2^{\cdot-}$) ve metilglioksal (MG) seviyelerindeki azalma ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Düşük MDA içeriği bitkilerde strese toleransı arttıran bir özelliktir. Çalışmada, tuz stresiyle beraber MDA içeriğinin arttığı, ancak KN ve BR uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bitki türü, yetiştirme ortamı, yetiştirme ortamındaki tuz konsantrasyonu ya da dışsal uygulanan bazı iyileştiriciler MDA içeriği üzerinde farklı etkilerde bulanabilmektedir.

4.5. Besin Elementi Analizleri

4.5.1. Yaprakta mineral madde analizleri (%)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprakların bazı bitki besin element içerikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamalarının yaprakların Ca, K ve Na içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da önemli bulunmuştur. KN uygulamasının yaprak Ca ve K içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da önemli bulunurken, Na içeriği üzerine etkisi ilk yıl önemli ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur. BR uygulamasının yaprak Ca ve K içerikleri üzerine etkisi ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunurken, Na içeriği üzerine etkisi ise ilk yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.42.). Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde, Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının yaprak Ca, K ve Na içerikleri bakımından her iki yılda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.42.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait yaprakların iki yıllık Ca, K ve Na içerikleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının yaprak Ca içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak en fazla yaprak Ca içeriği %2.56 ve %2.64 ile Tuz_0 konusunda belirlenirken tuz uygulamasındaki artışa bağlı olarak, Tuz_{300} konusu %1.35 ve %1.12 ile en düşük değerleri vermiştir. KN uygulamasının yaprakların Ca içeriği üzerine etkisi ilk yıl %5, ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemede KN uygulaması ile beraber yaprak Ca içeriği azalma göstermiş, bu değerler yıllara göre sırasıyla KN_0 konusunda %2.18 ve %1.99, KN_{10} konusunda ise %1.83 ve %1.63 olarak

belirlenmiştir. BR uygulaması denemenin ilk yılında önemsiz çıkarken, ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuş olup, her iki yılda da yaprak Ca içeriğini arttırıcı etki göstermiştir. Yıllara göre sırasıyla BR_1 konusundan %2.13 ve %1.91 ile daha yüksek yaprak Ca değerleri alınırken, BR_0 konusunda %1.88 ve %1.71 ile daha düşük değerler belirlenmiştir.

Yaprakların K içerikleri her iki yılda da tuz uygulaması ile beraber azalma göstermiş ve bu farklılık istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemede en yüksek yaprak K içeriği yıllara göre sırasıyla %2.51 ve %2.31 ile Tuz_0 konusunda belirlenirken, tuz uygulamasındaki artışa bağlı olarak, Tuz_{300} konusu %1.12 ve %1.26 ile en düşük değerleri vermiştir. KN uygulaması yaprakların K içeriğini her iki yılda da arttırmış, ancak bu artış denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin her iki yılında da KN_{10} konusu yıllara göre sırasıyla %1.96 ve %1.87 ile daha yüksek değerler verirken, KN_0 konusunda bu değerler %1.61 ve %1.64 olarak belirlenmiştir. BR uygulamalarının yaprak K içeriği üzerine etkisi ilk yıl önemsiz ikinci yıl ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. BR uygulaması denemenin her iki yılında da yaprak K içeriğini arttırmış, BR_1 konusu yıllara göre sırasıyla %1.83 ve %1.88, BR_0 konusu ise %1.74 ve %1.63 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.42.).

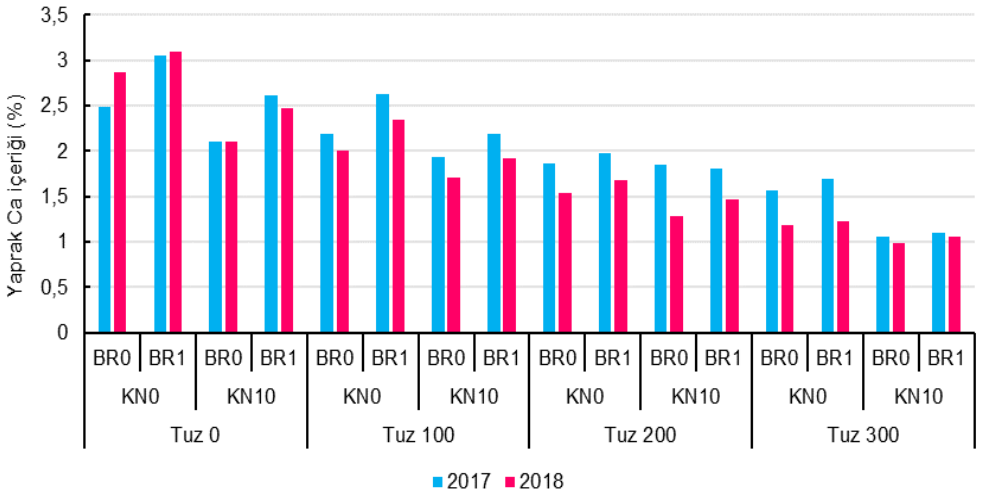
Tuz uygulamalarının yaprak Na içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak en fazla yaprak Na içeriği %2.78 ve %2.80 ile Tuz_{300} konusundan alınırken, Tuz_0 konusu %0.20 ve %0.40 ile en düşük değerleri vermiştir. KN uygulaması yaprakların Na içeriğini her iki yılda da düşürmüş ancak bu düşüş yalnızca denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprakların Na içerikleri yıllara göre sırasıyla KN_{10} konusunda %1.53 ve %1.48 olarak belirlenirken, KN_0 konusunda %1.77 ve %1.70 olarak saptanmıştır. BR uygulaması her iki yılda da yaprak Na içeriğini azaltmış, ancak bu etki denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. Yaprak Na içeriği bakımından yıllara göre sırasıyla BR_1 konusu %1.49 ve %1.52 değerlerini verirken, BR_0 konusunda bu değerler %1.81 ve %1.67 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.42.).

Çizelge 4.42. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının yaprak Ca, K ve Na içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Yaprak Ca içerikleri (%)		Yaprak K içerikleri (%)		Yaprak Na içerikleri (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Tuz_0	2.56 a	2.64 a	2.51 a	2.31 a	0.20 d	0.40 d
Tuz_{100}	2.23 ab	1.99 b	2.03 b	1.91 ab	1.43 c	1.21 c
Tuz_{200}	1.87 bc	1.49 c	1.50 c	1.54 bc	2.19 b	1.98 b
Tuz_{300}	1.35 c	1.12 d	1.12 d	1.26 c	2.78 a	2.80 a
LSD	**0.565****	**0.306****	**0.261****	**0.431****	**0.435****	**0.503****
KN_0	2.18 a	1.99 a	1.61 b	1.64 b	1.77 a	1.70
KN_{10}	1.83 b	1.63 b	1.96 a	1.87 a	1.53 b	1.48
LSD	**0.297***	**0.216****	**0.184****	**0.227***	**0.229***	**Ö.D.**
BR_0	1.88	1.71 b	1.74	1.63 b	1.81 a	1.67
BR_1	2.13	1.91 a	1.83	1.88 a	1.49 b	1.52
LSD	**Ö.D.**	**0.161***	**Ö.D.**	**0.227***	**0.308****	**Ö.D.**

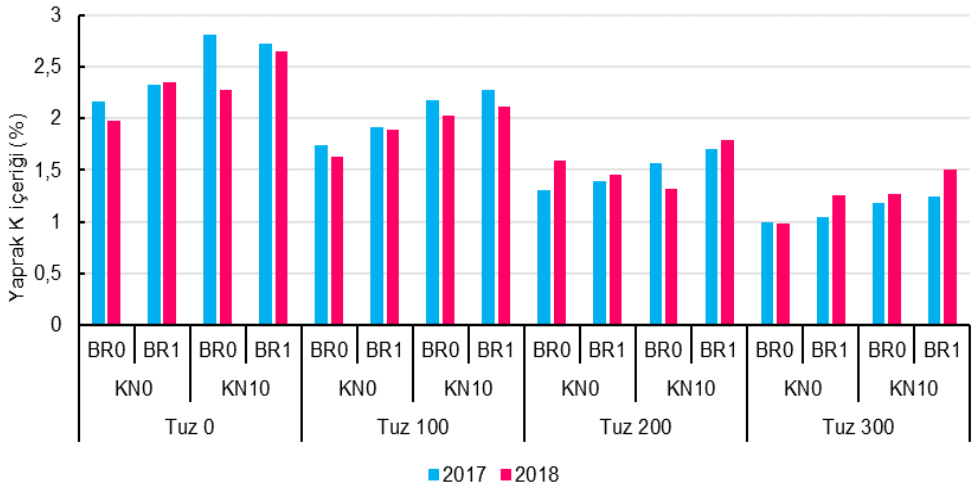
**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yaprak Ca içeriği üzerine etkisi Şekil 4.37.'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere en yüksek yaprak Ca içeriği yıllara göre sırasıyla %3.05 ve %3.10 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 uygulamasında saptanırken, en düşük yaprak Ca içeriği %1.05 ve %0.99 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.



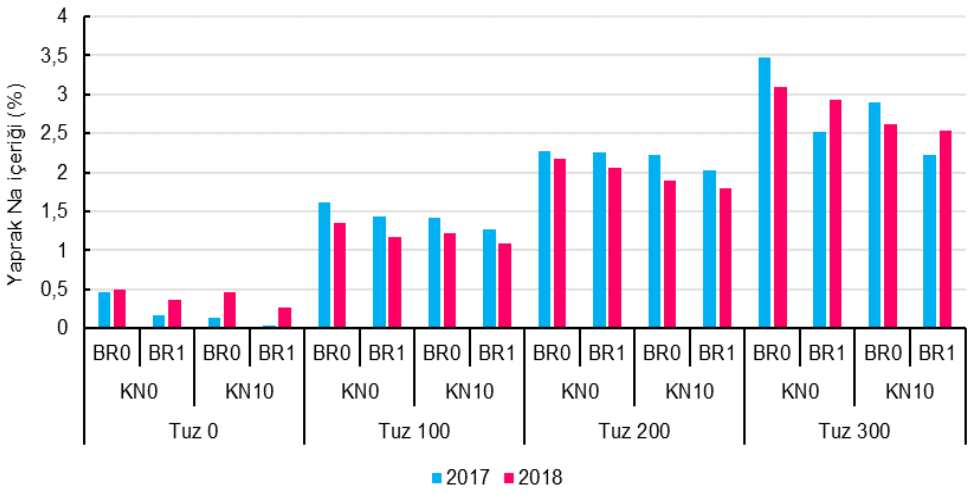
Şekil 4.37. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak Ca içeriği üzerine etkisi

Şekil 4.38.'de tuz, KN ve BR kombinasyonunun yaprak K içeriği üzerine etkisi verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere denemenin ilk yılında yaprak K içeriğinde en yüksek değer %2.81 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasında belirlenirken, ikinci yıl %2.65 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından alınmıştır. Denemenin her iki yılında da en düşük yaprak K içeriği yıllara göre sırasıyla %0.99 ve %0.98 değerleri ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.38. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak K içeriği üzerine etkisi

Şekil 4.39.'da tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak Na içeriği üzerine etkisi verilmiştir. Yıllara göre sırasıyla en yüksek Na içeriği %3.48 ve %3.10 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında, en düşük yaprak Na içeriği ise %0.03 ve %0.26 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.39. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre yaprak Na içeriği üzerine etkisi

Tuzlu koşullarda fotoasimilat üretimi sınırlandığı için çeşitli bitki kısımlarında beslenme noksanlıkları görülür (Alva ve Syvertsen, 1991). Galiba ve Erdei (1986) ile Trivedi ve ark. (1991), beslenme dengesizliğinin tuz stresi altındaki bitkilerde

büyümeyi sınırlayan önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluk stresi, hassas bitkilerde, K'un, Na ile yer değiştirmesine sebep olan Na toksisitesi ve iyon dengesizliği ile karakterize olmuştur (Parida ve Das, 2005). Tuzluluğun olumsuz etkisi, sodyum ve klor iyonlarında meydana getirdiği artışa bağlanmış ve bu iyonların farklı mekanizmaları bozarak, bitkinin sağlıklı bir şekilde hayatta kalmasına engel, kritik koşullar oluşturduğu bildirilmiştir. Bitki bünyesindeki zarar etkisi daha yüksek olan Cl iyonu, Na ile beraber birçok fizyolojik dengesizliğe sebep olur. Bir bitkinin tuz stresine tepkisi, genotipi ve gelişme aşamasının yanı sıra stresin yoğunluk ve süresine de bağlıdır. Tuzluluk stresi, bitkilerde osmotik stres, iyon baskınlığı, besin ve hormonal dengesizlik ile oksidatif zarar gibi farklı fizyolojik etkilere yol açar. Bu etkilerin sonucunda, hücre membranlarında düzensizlik, fotosentezin engellenmesi, toksik metabolitlerin oluşması ve besin elementi alımının düşmesiyle, bitki ölümleri yaşanabilir (Hasanuzzaman ve ark., 2012).

Okhovatian-Ardakani ve ark. (2010) nar üzerinde yaptıkları çalışmada, artan tuzluluk seviyesinin bitki dokularındaki Na ve Cl konsantrasyonunu artırdığını (Tattini, 1994; Naeini ve ark., 2006; Neocleous ve Vasilakakis, 2007; Khoshgoftarmanesh ve Naeini, 2008) ve bu artışın bitkilere verdiği zararın klorofil kaybı ile kendini açıkça ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Üzal ve Yıldız (2014) çilekte, Doring ve Ludders (1986) narda tuz uygulamasının, yaprak Na ve Cl içeriğini arttırdığını, Naeini ve ark. (2004), 40 mM tuzluluk seviyesine kadar, Na'un narın kök hücrelerinde biriktiğini, daha yüksek tuzluluk seviyelerinde ise sürgünlere taşındığını, tuzluluk seviyesinin artışı ile dokulardaki Na ve Cl konsantrasyonunun artıp, K/Na oranının ise azaldığını (Naeini ve ark., 2006) bildirmişlerdir. Karimi ve Hasanpour (2014), narda tuzluluk artışıyla beraber yaprakların Na, K ve Ca konsantrasyonunun arttığını bildirirken, Khayyat ve ark. (2014), tuzluluğun nar yapraklarının Na içeriğini arttırıp, K birikimini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Araştırıcılar, çeşitlerin tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Tuz stresi altındaki bitkilerin büyüme ve gelişimi, su stresi, iyon stresi ya da her ikisinin birlikte sebep olduğu olumsuzluklardan negatif etkilenmektedir (Ashraf 1994; Marschner 1995; Ashraf ve Harris 2004; Silva-Ortega ve ark., 2008). Na ve Cl iyonlarının sebep olduğu

rekabet besin maddesi alımını etkilerken, yüksek Na konsantrasyonu, potasyum ve/veya kalsiyum eksikliğini arttırmaktadır (Tester ve Davenport 2003).

Kaya ve ark. (2003), tuzluluğun çilekte yaprak sodyum içeriğini arttırırken, Ca ve K konsantrasyonlarının azaldığını, tamamlayıcı $Ca(NO_3)_2$ ve KNO_3 uygulamalarının bitkilerin Na konsantrasyonunu düşürdüğünü saptamışlardır. Ebert ve ark. (2002) tuzluluk stresi altındaki guava meyvesi fidanlarında, $Ca(NO_3)_2$ uygulamasının yaprak K ve Ca konsantrasyonunu arttırdığını, Na taşınımını ise engelleyerek gövde ve köklerde birikmesini sağladığını bildirmişlerdir.

Gimeno ve ark. (2009), 2 farklı limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada her iki çeşitte de en yüksek yaprak K konsantrasyonunun tuz+potasyum nitrat uygulamasından alındığını, çeşitlerin KNO_3 uygulamasına karşı farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. KNO_3 uygulamasının yaprak Cl ve Na konsantrasyonlarını düşürürken, K ve N konsantrasyonlarını arttırdığını belirtmişlerdir.

Tsabarducas ve ark. (2015) limonda yaptıkları çalışmada, çeşitlere göre değişmekle beraber tuzluluğun tüm bitki kısımlarında Na konsantrasyonunu arttırırken, Ca içeriğini ise düşürdüğünü, ilave potasyum nitrat uygulamasının yapraklardaki K seviyelerini önemli ölçüde arttırıp, Ca üzerindeki etkisinin ise yine çeşitlere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Khoshbakht ve ark. (2014), turunçgillerde tuz uygulamasının yapraklardaki Na, Cl, K ve Na/K oranını arttırırken, Ca içeriğini ise azalttığını bildirmişlerdir. İlave KN uygulaması yapraklardaki Cl, Na, Na/K ve Ca konsantrasyonlarında azaltıcı etki göstermiştir. Yeterli yaprak K içeriğinin, oksidatif stresi en aza indirerek ve/veya osmotik ayarlamaya katkıda bulunarak tuz stresinin etkilerini hafifletebileceği birçok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Grieve ve Walker 1983; Çakmak, 2005). Tuz ve tuz+KN uygulamalarında yapraklardaki Ca miktarı, K ile olan antagonistik etkiden dolayı azalmıştır. Bu durum diğer iyonların Ca ile girdiği rekabetten dolayı bu elementin transferinin bozulmasından kaynaklanabilir (Botella ve ark., 1997).

Rahev ve Levy (2009), altıntop üzerinde yaptıkları çalışmada tuz uygulamasının yaprak Na konsantrasyonunu arttırırken K konsantrasyonunda azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. KNO_3 uygulaması yaprak Na konsantrasyonunu etkilememiş, yaprak K ve N içeriklerinin yükselmesine sebep olmuştur.

Bazı bitki türleri Na ve Cl'u ya kök sisteminde ya da vakuollerinde biriktirerek fotosentez organlarını toksik iyonlardan korurlar (Dai ve ark., 2014). Önemli bir metabolik organ olan yaprakta düşük Na birikimi hem gelişim hem de abiyotik strese tolerans açısından çok önemlidir (Zhu, 2003). Tuza dayanıklı bitkiler yapraklarında Na birikimine engel olmak için genel olarak Na'u sürgünlerinden uzak tutarlar (Ashraf, 1994). Tuz stresi altındaki bitkilerde Na, köklere girmek için K ile rekabet eder (Zhu ve ark., 1993). Protein sentezinde görev alan potasyum, 50'den fazla enzimi aktive eden ve tRNA'ların ribozomlara bağlanmasında işlevi olan bir elementtir bu bağlamda Na birikimi, protein sentezinin bozulmasına neden olabilecek önemli bir sebep olarak görülmektedir (Parvaiz ve Satyawati, 2008). Bunun yanı sıra ko-faktör olarak K gerektiren enzimler yüksek Na konsantrasyonuna ya da Na:K oranına kısmen hassastırlar (Chaves ve ark., 2009). Sitoplazmadaki yüksek Na birçok enzimatik oluşuma zarar verir. Bitkilerin Na ve Cl zararından korunmak için yaptıkları dışlama mekanizması büyük öneme sahiptir (Ben-Hayyim ve Moore, 2007). Genel olarak, toksik iyonların saplarda ve köklerde birikmesinin sağlanarak, Na ve Cl gibi iyonların yapraklardan dışlanması istenen bir özelliktir. Tuz stresine karşı toleransın, Na'un kök sisteminde biriktirilmesi ve köklerden sürgünlere taşınımının engellenmesiyle ilişkili olduğu diğer bazı bitki türleri için de ifade edilmiştir (Wang ve ark., 2010; Dai ve ark., 2014).

Karlıdağ ve ark. (2011), çilek bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluk stresi altında yaprak Na içeriğinin yükselip, Ca ve K içeriklerinin ise düştüğünü, ancak 24-EBL uygulaması yapılmış bitkilerin, tuz stresi altındaki diğer bitkilere nazaran yapraklarında ve köklerinde daha fazla mineral madde biriktirdiklerini ve Na içeriğinin ise azaldığını bildirmişlerdir. NaCl tuzluluğu yalnızca Ca ve K'un alınabilirliğini değil, aynı zamanda bitkinin büyüyen bölgelerine taşınımını ve hareketini de azaltır (Grattan ve Grieve, 1999). BR'lerin bu büyümeyi teşvik edici etkileri, gelişimi kontrol eden

çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik işlemler için gerekli olan iyon hemostazisindeki rolüne bağlı olabilir. Kaya ve ark. (2013), mısırda tuzluluk stresinin yapraklardaki Na konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırırken, Ca ve K miktarını düşürdüğünü, ancak GB uygulamasının bitki dokularındaki Na konsantrasyonunu azaltıp, Ca ve K miktarlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Li ve ark. (2012b), *Malus hupehensis* üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluğun yaprak Na içeriğini arttırırken, K içeriğini önemli derecede düşürdüğünü, dışsal melatonin uygulamasının ise yaprakların Na içeriğini düşürüp, K seviyelerindeki düşüşü ise önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Yang ve ark. (2014), çim bitkisinde tuzluluk stresinin Na içeriğini arttırıp, K içeriğini azalttığını, ALA uygulamasının yaprakların Na içeriğini azaltırken, K içeriğinde önemli değişikliklere neden olmadığını bildirmişlerdir. Watanabe ve ark. (2000) pamuk üzerinde yaptıkları çalışmada, ALA'nın köklerden sürgünlere Na taşınması üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, ancak ALA ile muamele edilmiş pamuk bitkilerinin köklerinde Na içeriğinin azaldığını saptamışlardır.

Sadeghi ve Shekafandeh (2014), yenidünyada yapraktaki Na içeriğinin ortamdaki tuz konsantrasyonunun artışıyla arttığını, K içeriğinin ise düştüğünü, 24-EBL uygulamasının yaprak Na içeriğinde düşüşlere sebep olurken, K içeriklerini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir. NaCl'e maruz kalan bitkilerin yüksek miktarda Na alırken, K alımının önemli derecede azaldığı gözlemlenmiştir (Ashraf ve Akhtar, 2004). Amri ve ark. (2011) narda, Kamiab ve ark. (2013) ise fıstık fidanlarında yaptıkları çalışmada tuzluluk seviyesindeki artışla beraber sürgün ve yaprak Na içeriğinin arttığını, ancak stres altındaki bitkilerde PA kullanımının bu yüksek konsantrasyonları düşürdüğünü bildirmişlerdir. Fıstık fidanlarında PA uygulamasının sürgünlerde Na birikimini azaltması ve K kaybını engellemesinin yanı sıra tek değerlikli katyonlar arasında iyiyi seçebilme üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu saptamışlardır. Sharma ve ark. (2011), turunçgil anacı üzerinde yaptıkları çalışmada, tuz uygulamasıyla yaprakların Na içeriğinin artıp, K ve Ca birikiminin azaldığını, Put ve PBZ kullanımının bu bitki besin elementleri üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu saptamışlardır.

Gerçekleştirilen çalışmada tuz uygulamaları ile yapraklardaki Na içeriğinde artış olurken, K ve Ca içeriklerinde azalmaların meydana geldiği saptanmıştır. İlave potasyum uygulamaları ile yapraklardaki K miktarı artarken, Na ve Ca içeriğinde azalmalar görülmüştür. Bu durum Na, Ca ve K arasındaki antagonistik etkiden kaynaklanabilir. BR uygulamaları yapraklardaki Ca ve K içeriklerini arttırırken, Na içeriğini düşürmüştür. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber BR uygulamasının tuzlu şartlar altında Ca ve K alımı açısından iyileştirici etkilerinin olduğu, Na alımını ise sınırlayabileceği söylenebilir. Bu durum farklı araştırıcılar tarafından da ortaya konulmuştur (Karlıdağ ve ark., 2011; Sadeghi ve Shekafandeh, 2014). Tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında farklılıkların bulunduğu gibi, aynı türe ait çeşitlerin de farklı tepkiler verebildikleri bildirilmektedir (Salisbury ve ark., 1992; Schwarz, 1995).

4.5.2. Kökte mineral madde analizleri (%)

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının köklerin bazı bitki besin elementi içerikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz ve KN uygulamalarının köklerin Ca, K ve Na içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da önemli bulunmuştur. BR uygulamasının kök Ca, K ve Na içerikleri üzerine etkisi ilk yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43.). Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde, Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının kök Ca, K ve Na içerikleri bakımından her iki yılda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.43.'de tuz, potasyum nitrat ve BR uygulamalarına ait iki yıllık kök Ca, K ve Na besin element içerikleri verilmiştir. Tuz uygulamalarının kök Ca içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, yıllara göre sırasıyla %0.54 ve %1.28 ile Tuz_0 konusu en yüksek değerleri vermiş, en yüksek tuz dozu olan Tuz_{300} konusu ise %0.26 ve %0.69 ile en düşük değerleri veren uygulama olmuştur. KN uygulaması kök Ca içeriğini düşürmüş ve bu farklılık ilk yıl %1, ikinci yıl ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yine yıllara göre sırasıyla bakıldığında KN_0

konusu %0.45 ve %1.01 ile daha yüksek değerler verirken, K_{10} konusunda bu değerler %0.38 ve %0.93 şeklinde olmuştur. BR uygulamasının kök Ca içeriği üzerindeki etkisi ilk yıl %1 düzeyinde önemli çıkarken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. BR_1 konusu her iki yılda da %0.46 ve %0.99 ile daha yüksek değerler verirken, BR_0 konusunda bu değerler %0.37 ve %0.95 olarak belirlenmiştir.

Tuz uygulamalarının kök K içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla en yüksek kök K içeriği %0.91 ve %1.20 ile Tuz_0 konusunda belirlenirken, tuz uygulamasındaki artışa bağlı olarak, Tuz_{300} konusu %0.51 ve %0.64 ile en düşük değerleri vermiştir. KN uygulaması köklerin K içeriğini her iki yılda da arttırmış ve bu artış her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla KN_{10} konusu %0.81 ve %1.01 ile daha yüksek değerler verirken, KN_0 konusunda bu değerler %0.63 ve %0.79 olarak belirlenmiştir. BR uygulamasının kök K içeriği üzerindeki etkisi ilk yıl %5 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur. Kök K içeriği BR_1 uygulamasında yıllara göre sırasıyla %0.76 ve %0.92 olarak belirlenirken, BR_0 konusunda bu değerler %0.68 ve %0.88 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.43.).

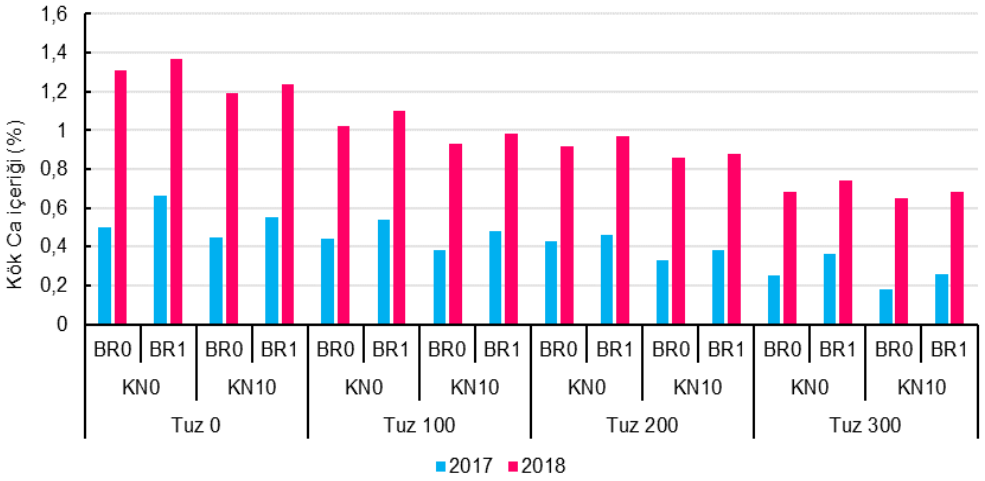
Tuz uygulamalarının kök Na içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla bakacak olursak en fazla yaprak Na içeriği %1.25 ve %3.02 ile Tuz_{300} konusundan alınırken, Tuz_0 konusu %0.24 ve %0.37 ile beklendiği gibi en düşük değerleri vermiştir. KN uygulaması yaprakların Na içeriğini her iki yılda da düşürmüş ve bu düşüş denemenin her iki yılında da %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN_{10} konusu %0.64 ve %1.70 ile daha düşük kök Na değerleri verirken, KN uygulaması yapılmayan KN_0 konusunda bu değerler %0.77 ve %1.84 olarak kaydedilmiştir. BR uygulamalarının kök Na içeriği üzerine etkisi denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. Kök Na değerleri BR_0 konusunda yıllara göre sırasıyla %0.76 ve %1.82 ile daha yüksek değerler verirken, BR_1 uygulamasında bu değerler %0.65 ve %1.71 olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, BR uygulamalarının iyileştirici etkisi her ne kadar önem arz etmese de olumlu bir etkinin söz konusu olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 4.43.).

Çizelge 4.43. Farklı dozlardaki tuz, KN ve BR uygulamalarının kök Ca, K ve Na içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Kök Ca içerikleri (%)		Kök K içerikleri (%)		Kök Na içerikleri (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Tuz_0	0.54 a	1.28 a	0.91 a	1.20 a	0.24 d	0.37 d
Tuz_{100}	0.46 ab	1.01 b	0.82 a	0.96 b	0.50 c	1.31 c
Tuz_{200}	0.40 b	0.91 b	0.65 b	0.80 c	0.83 b	2.37 b
Tuz_{300}	0.26 c	0.69 c	0.51 c	0.64 d	1.25 a	3.02 a
LSD	**0.088****	**0.130****	**0.124****	**0.134****	**0.185****	**0.257****
KN_0	0.45 a	1.01 a	0.63 b	0.79 b	0.77 a	1.84 a
KN_{10}	0.38 b	0.93 b	0.81 a	1.01 a	0.64 b	1.70 b
LSD	**0.062****	**0.068***	**0.087****	**0.095****	**0.097***	**0.135***
BR_0	0.37 b	0.95	0.68 b	0.88	0.76 a	1.82
BR_1	0.46 a	0.99	0.76 a	0.92	0.65 b	1.71
LSD	**0.062****	**Ö.D.**	**0.065***	**Ö.D**	**0.097***	**Ö.D.**

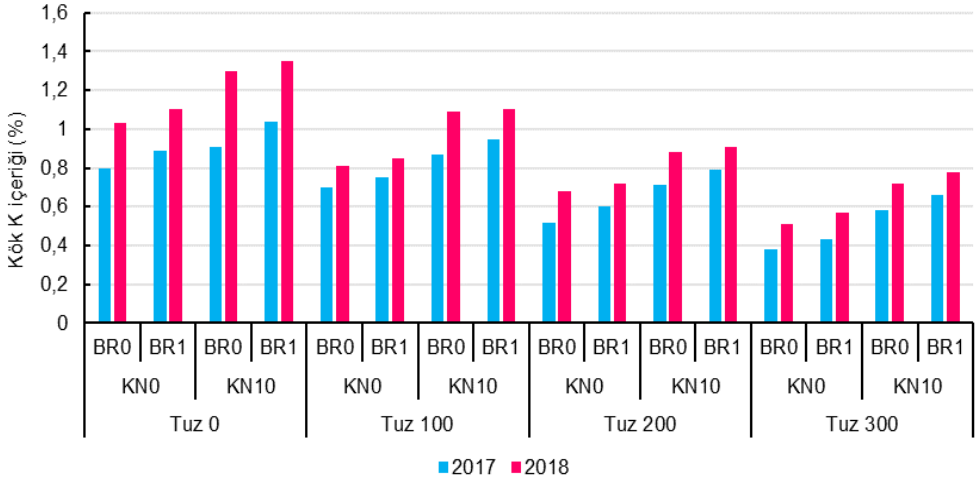
**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; Ö.D.: Önemli değil

Kök Ca içeriği üzerine tuz, KN ve BR kombinasyonunun etkisi Şekil 4.40.'da verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere en yüksek kök Ca içeriği yıllara göre sırasıyla %0.66 ve %1.37 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 uygulamasında saptanırken, en düşük kök Ca içeriği %0.18 ve %0.65 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 uygulamasından elde edilmiştir.



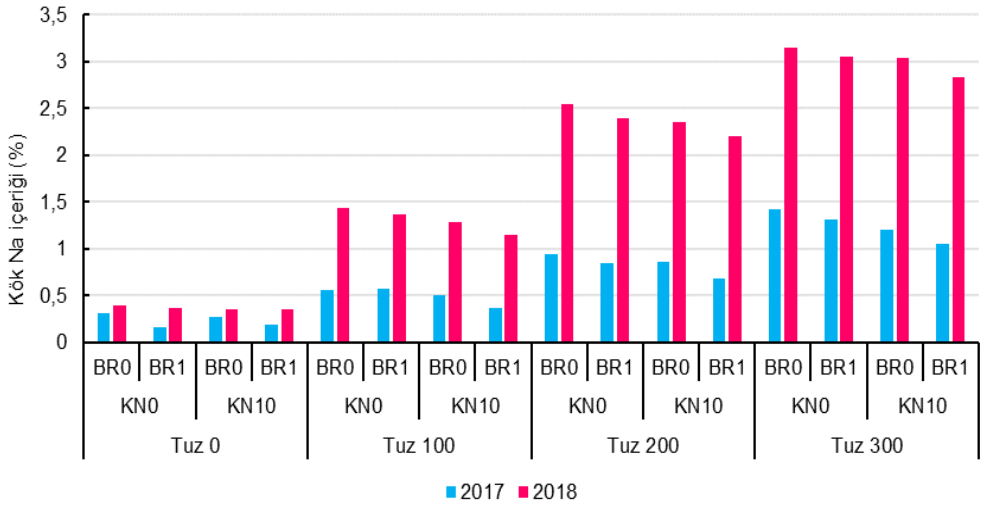
Şekil 4.40. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök Ca içeriği üzerine etkisi

Şekil 4.41.'den görüleceği üzere tuz, KN ve BR kombinasyonunda en yüksek kök K içeriği yıllara göre sırasıyla %1.04 ve %1.35 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından, en düşük kök K içeriği ise %0.38 ve %0.51 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.41. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök K içeriği üzerine etkisi

Tuz, KN ve BR kombinasyonunun kök Na içeriği üzerine etkisi Şekil 4.42.'de verilmiştir. En yüksek kök Na içeriği yıllara göre sırasıyla %1.42 ve %3.15 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınırken, en düşük kök Na içeriği ilk yıl %0.17 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusunda, ikinci yıl ise %0.36 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 ve Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamalarında saptanmıştır.



Şekil 4.42. Tuz, KN ve BR kombinasyonunun yıllara göre kök Na içeriği üzerine etkisi

İyon dengesini bozan yüksek tuzluluk koşulları altında bitki besin elementlerinin alımı ve bunların doğru şekilde dağıtılması sadece normal büyüme için değil, aynı zamanda bitki performansı için de çok önemlidir (Adams ve ark, 1992). Bazı bitki türleri Na ve Cl'u ya kök sisteminde ya da vakuollerinde biriktirerek fotosentez organlarını toksik iyonlardan korurlar (Dai ve ark., 2014), bu içsel koruma mekanizması bitki türlerinde sıklıkla toleransı karakterize etmektedir (Zid ve Grignon, 1991; Niknam ve McComb, 2000; Ashraf, 2004). Tuz stresi altındaki bitkilerde Na, köklere girmek için K ile rekabet eder. Tuz stresinin en erken algılanabilen tepkilerinden biri hücrelerden büyük bir K akışı (Shabala ve ark., 2003; Chen ve ark., 2005; Cuin ve Shabala 2005; Shabala ve ark., 2006), ve hücre içindeki K'un azalmasıdır (Fricke ve ark., 1996; Carden ve ark., 2003; Cuin ve ark., 2003). Tuz tolerans mekanizması içinde tuzluluğa toleransın artması K'un hücre içi dengeleme rolüne bağlı olarak (Maathuis ve Amtmann 1999), bu akışın azalması ile ilişkilidir (Flowers ve Hajibagheri 2001; Carden ve ark., 2003; Chen ve ark., 2005). Kök

bölgesindeki tuz konsantrasyonu arttıkça bitkinin ihtiyaç duyduğu Ca miktarı da artar (Bernstein, 1975), aynı zamanda iyon etkileşimleri, çökelme ve iyonik mukavemetteki artışlar nedeniyle alt tabakalardan Ca alınması zorlaşabilir. Bu faktörler çözeltideki Ca aktivitesini azaltarak bitkideki Ca mevcudiyetini azaltır (Suarez ve Grieve, 1988). Yapılan önceki çalışmalarda Na ile Ca arasındaki antagonist etkiden dolayı, hücre yapısı ve Ca etkinliğinin Na birikiminden zarar gördüğü bildirilmektedir (Hansen ve Munns, 1988). Na ve Cl iyonlarının kökte birikimi ve düşük taşınım oranı, bitkilerin NaCl tuzluluğu altındaki direnç mekanizmalarından biridir (Khoshbakht, 2014).

Naeini ve ark. (2006), narda yaptıkları çalışmada tuzluluk seviyesinin artışı ile dokulardaki Na ve Cl konsantrasyonu artarken, K/Na oranının azaldığını bildirmişlerdir. Doring ve Ludders (1987), NaCl konsantrasyonunun artışı ile narda bitki gelişim oranının düştüğünü, en yüksek Na ve Cl konsantrasyonlarının sırasıyla kök ve yapraklarda olduğunu belirtmişlerdir. Karimi ve Hasanpour (2014), narda tuzluluk artışıyla beraber köklerde Na, K ve Ca konsantrasyonunun arttığını, ancak çeşitlerin tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini, Naeini ve ark. (2004), 40 mM tuzluluk seviyesine kadar Na'un narın kök hücrelerinde biriktiğini, daha yüksek tuzluluk seviyelerinde ise sürgünlere taşındığını bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2003), çilekte tuzlulukla beraber kök Na, Ca ve K konsantrasyonlarının artış gösterdiğini, tamamlayıcı $Ca(NO_3)_2$ ve KNO_3 uygulamalarının bitkilerin Na konsantrasyonunu düşürdüğünü, ancak en etkili sonucun birlikte uygulandığı konudan alındığını bildirmişlerdir. Ebert ve ark. (2002) tuzluluk stresi altındaki guava meyvesi fidanlarında, $Ca(NO_3)_2$ uygulaması yapılan bitkilerde daha az zararlanma ve yaprak klorozu görüldüğünü, uygulamanın Na taşınımını engelleyerek köklerde birikmesini sağladığını bildirmişlerdir. Gimeno ve ark. (2009), 2 farklı limon çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada her iki çeşitte de en yüksek kök K ve Ca içeriklerinin kontrol uygulamasından alındığını, tuz uygulamasıyla beraber bu değerlerin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. KN uygulaması her iki çeşitte de kök K içeriğini arttırırken, kök Ca içeriği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Khoshbakht ve ark. (2014), turunçgil fidanlarında tuz uygulamasının kök Na içeriğini önemli derecede arttırırken, kök K ve Ca

içeriklerini ise önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir. Kök K içeriğindeki düşüş, kök dokusunda Na ile K'un yer değiştirmesinden kaynaklanabilir (Zekri ve Parsons 1992). Potasyumun, kök ucundaki osmotik potansiyele olan katkısının azalmasına sebep olan K kayıpları (Marschner, 1995), sürgüne besin transferinin azalmasına neden olabilir (Çakmak, 2005; Grieve ve Walker, 1983). Tuzlu koşullar altında ilave KN uygulaması kök Na içeriğini düşürürken, kök K içeriğini arttırmış, kök Ca içeriğinde önemli bir etkide bulunmamıştır.

Hojjatnooghi ve ark. (2014), tuzluluk stresi altındaki fıstık fidanları üzerinde yaptıkları çalışmada, tuz uygulamasıyla köklerdeki Na içeriğinin arttığını, K içeriğinin düştüğünü ve Ca içeriği üzerindeki etkisinin ise tuz dozlarına göre değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. İlave Ca uygulamalarının, kök Ca ve K içerikleri üzerinde Ca düzeylerine göre farklı etkilerde bulunduğunu saptamışlardır. Marschner (1995), Ca'un diğer elementlerle karşılaştırılacak olunursa tercihen yaprak vakuollerine yerleştiğini bildirmiştir. Tuza dayanıklı bitkiler yapraklarında Na birikimine engel olmak için genel olarak Na'u sürgünlerinden uzak tutarlar (Ashraf, 1994). Dabuxilatu ve Ikeda (2005), ortamda yeteri kadar Ca varsa, bu durumun bitkinin K alımını arttırıp bitki dokusundaki Na içeriğini düşüreceğini bildirmişlerdir. Tsabarducas ve ark. (2015), limonda yaptıkları çalışmada tuzluluğun kök Na konsantrasyonunu arttırırken, K içeriğini azalttığını ve çeşitlerin Na'u kök sisteminde tutma kabiliyetlerinin farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. KNO_3 uygulamasının kök Na içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmazken, kök K içeriğini üzerinde çeşitlere göre farklı etkilerde bulunduğunu, tuz stresinin potasyum kullanım etkinliğini düşürdüğünü saptamışlardır. Tuz stresine karşı artan tolerans Na'un kök sisteminde biriktirilmesi ve köklerden sürgünlere düşük taşınmanın her ikisiyle de ilişkili olduğu birçok araştırıcı tarafından diğer bitki türleri içinde ifade edilmiştir (Wang ve ark., 2010; Dai ve ark., 2014). Tuz ve KNO_3 uygulamasının kök Ca içeriği üzerindeki etkisiyle ilgili olarak çeşitler arasında farklılıkların olduğunu saptamışlardır. Bitkilerin Na ve Cl zararından korunmak için yaptıkları dışlama mekanizması büyük önem taşıyan bir gerçektir (Ben-Hayyim ve Moore, 2007). Genel olarak, toksik iyonların saplarda ve köklerde birikmesinin sağlanarak, Na ve Cl gibi iyonların yapraklardan dışlanması istenen bir özelliktir.

Kaya ve ark. (2013), mısırda tuzluluk stresi altındaki bitkilerin kök Na konsantrasyonunun önemli ölçüde yüksek olduğunu, ancak GB uygulamasının kök Na konsantrasyonunu önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Tuzlu koşullar altında GB uygulaması kök Ca içeriğini düşürürken, K içeriğini arttırmıştır. Li ve ark. (2012b), *Malus hupehensis* üzerinde yaptıkları çalışmada tuzluluk ile kökteki Na içeriğinin önemli derecede yükseldiğini, melatonin uygulamasının kök Na içeriğini arttırırken, yapraklardaki Na içeriğini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Tuz uygulaması sonucu kökteki K içeriğinin önemli derecede azalma gösterdiği, bununla birlikte, dışsal melatonin uygulamasıyla K seviyelerindeki düşüşün önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Karlıdağ ve ark. (2011), çilekte yaptıkları çalışmada tuz uygulamalarının kök K ve Ca içeriğini önemli ölçüde azalttığını, kök Na içeriğini ise arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar tuzlu koşullarda EBL uygulamasının kök Ca, K ve Na içeriğini arttırdığını saptamışlardır. NaCl tuzluluğu yalnızca Ca ve K'un kullanılabilirliğini değil aynı zamanda bitkinin büyüyen bölgelerine taşınımını ve hareketini de azaltır (Grattan ve Grieve, 1999). Sadeghi ve Shekafandeh (2014), yenidünya üzerinde yaptıkları çalışmada tuz uygulamasının köklerin Na içeriğini arttırırken, K içeriğinde önemli bir azalmaya sebep olduğunu, dışsal 24-EBL uygulamasının tuzlu ve tuzsuz koşullar altında K içeriklerini arttırdığını, en yüksek K içeriğinin en yüksek EBL dozlarından alındığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, EBL uygulaması ile kök Na konsantrasyonunun düştüğünü, en yüksek Na içeriğinin EBL uygulanmayan bitkilerden, en düşük Na içeriğinin ise en düşük EBL dozundan elde edildiğini belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada tuz uygulamaları ile köklerdeki Ca ve K içerikleri düşerken, Na içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Tuzluluk stresinin bitkilerin Na içeriği üzerindeki etkisi beklenmedik değildir. Hem yapraklarda hem de özellikle köklerde Na konsantrasyonlarında çok büyük yükselmeler olası sonuçlardır. Tuz stresiyle birlikte bitki bünyesinde artan Na iyonu, K ve Ca iyonlarının alımını sınırlandırmıştır. Yapılan bu çalışmada ve farklı türlerde yapılan başka araştırmalarda da belirtildiği gibi, yetiştirme ortamında ki NaCl konsantrasyonundaki artışın bitki gelişim oranını düşürdüğü ve en yüksek Na konsantrasyonunun sırasıyla kök ve yapraklarda bulunduğu bildirilmektedir (Doring ve Ludders 1987; Li ve ark., 2012b). İlave olarak

uygulanan KN, kök Ca ve Na miktarlarını düşürmüş, K miktarının ise önemli oranda artmasını sağlamıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Ashraf ve Akhtar (2004)'da NaCl'e maruz bırakılan bitkilerin yüksek miktarda Na alırken, K alımının önemli derecede azaldığını, García-Sanchez ve ark. (2002) ile García-Legaz ve ark. (2008), bitki köklerindeki K ve Na arasındaki rekabetin iyi bilindiğini, bu durumun Na ve K alım mekanizmasının benzer olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Schroeder ve ark., 1994). Çalışmada, tuz stresi altında bulunan nar bitkilerinin strese toleransını arttırmak amacıyla dışsal olarak uygulanan BR'in Ca ve K içeriklerini arttırırken, Na içeriklerini ise azalttığı belirlenmiştir. BR'lerin bu büyümeyi teşvik edici etkileri, gelişimi kontrol eden çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik işlemler için gerekli olan iyon dengesindeki rolüne bağlı olabilir (Karlıdağ ve ark., 2011).

4.6. Korelasyon Analizleri

Araştırmada incelenen özelliklere ilişkin iki yıllık korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.44. ve Çizelge 4.45.'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Denemeninin ilk yılında bitki boyu ile yan dal sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yapraktaki stoma sayısı, yaprak nisbi su içeriği (YNSİ), klorofil indeksi, stoma iletkenliği, membran geçirgenliği, prolin, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak sayısıyla arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bitki boyu ile yaprak ve kök Na içerikleri arasında ise önemsiz ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yan dal sayısı ile yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yapraktaki stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliğiyle ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yan dal sayısı ile prolin ve kök Na içerikleri arasında önemsiz ve pozitif yönde, yaprak Na içeriğiyle ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak sayısı ile yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişki ise önemsiz ve pozitif yönlü belirlenmiştir.

Yaprak yaş ağırlığı ile yaprak kuru ağırlığı, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Yaprak yaş ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişki ise önemsiz ve pozitif yönde bulunmuştur.

Yaprak kuru ağırlığı ile gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; membran geçirgenliğiyle ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak kuru ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasında önemsiz ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Gövde çapı ile gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, membran geçirgenliği, prolin, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenirken; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında önemsiz ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Gövde yaş ağırlığı ile gövde kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, yaprak nisbi su içeriği (YNSİ), klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı ile membran geçirgenliği ve prolin arasında önemsiz ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Gövde kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlığı ile membran geçirgenliği ve prolin arasında önemsiz ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Kök yaş ağırlığı ile kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; prolinle ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişki önemsiz ve pozitif yönde bulunmuştur.

Kök kuru ağırlığı ile kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasındaki ilişki %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasındaki ilişki ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönlü olarak bulunmuştur. Kök kuru ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişkinin önemsiz ve pozitif yönde olduğu saptanmıştır.

Kök uzunluğu ile yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve

negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Kök uzunluğunun, membran geçirgenliği ve prolinle arasında önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Yaprak alanı ile yaprak stoma sayısı, yaprak nisbi su içeriği (YNSİ), klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yaprak alanı ile membran geçirgenliği ve prolin arasında önemsiz ve pozitif yönde; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak stoma sayısı ile yaprak nisbi su içeriği (YNSİ), membran geçirgenliği, prolin, yaprak Na ile kök K ve Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak Ca ve K ile kök Ca içerikleri arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yaprak stoma sayısının, klorofil indeksi ve stoma iletkenliğiyle arasındaki ilişki ise önemsiz ve pozitif yönlü bulunmuştur.

Yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) ile klorofil indeksi, stoma iletkenliği, membran geçirgenliği, prolin, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve pozitif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Klorofil indeksi ile stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Klorofil indeksinin, membran geçirgenliğiyle arasındaki ilişki ise önemsiz ve negatif yönde bulunmuştur.

Stoma iletkenliği ile yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; prolinle ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Stoma iletkenliği ile membran geçirgenliği arasındaki ilişki ise önemsiz ve negatif yönde bulunmuştur.

Membran geçirgenliği ile prolin, yaprak ve kök Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki bulunurken; yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleriyle arasında önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Prolin ile yaprak ve kök Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Yaprak Ca içeriği ile yaprak K, kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Yaprak K içeriği ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak Na içeriği ile kök Na içeriği arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; kök Ca ve K içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Kök Ca içeriği ile kök K içeriği arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; kök Na içeriğiyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Kök K içeriği ile kök Na içeriği arasındaki ilişki %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde belirlenmiştir.

Çizelge 4.44.Tuzluluk stresinde yetiştirilen Hicaznar çeşidinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayıları (2017)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Bitki boyu (1)																							
Yan dal sayısı (2)	.704**																						
Yaprak sayısı (3)	.322*	.400**																					
Yap. yaş ağ. (4)	.393**	.409**	.873**																				
Yap. kuru ağ. (5)	.393**	.411**	.853**	.870**																			
Gövde çapı (6)	.905**	.708**	.371**	.360**	.419**																		
Gövde yaş ağ. (7)	.782**	.627**	.481**	.425**	.484**	.799**																	
Göv. kuru ağ. (8)	.727**	.591**	.504**	.473**	.522**	.771**	.950**																
Kök yaş ağ. (9)	.459**	.489**	.852**	.819**	.856**	.502**	.692**	.733**															
Kök kuru ağ. (10)	.410**	.455**	.836**	.839**	.843**	.450**	.618**	.684**	.938**														
Kök uz. (11)	.677**	.643**	.752**	.733**	.772**	.680**	.769**	.735**	.845**	.817**													
Yaprak alanı (12)	.802**	.615**	.518**	.508**	.623**	.813**	.832**	.815**	.701**	.671**	.793**												
Y. stoma say. (13)	.851**	.628**	.031öd	.029öd	.068öd	.791**	.637**	.540**	.141öd	.113öd	.441**	.597**											
YNSİ (14)	.931**	.710**	.454**	.469**	.509**	.890**	.835**	.767**	.567**	.515**	.778**	.827**	.808**										
Klorofil ind. (15)	.477**	.485**	.842**	.859**	.855**	.412**	.430**	.432**	.745**	.721**	.786**	.578**	.150öd	.585**									
Stoma ilet. (16)	.473**	.427**	.829**	.760**	.860**	.501**	.456**	.438**	.717**	.719**	.735**	.601**	.210öd	.596**	.822**								
Memb. geç.(17)	.489**	.294*	-.416**	-.356**	-.317*	.389**	.190öd	.079öd	-.371**	-.355**	-.068öd	.132öd	.720**	.389**	-.266öd	-.144öd							
Prolin (18)	.425**	.230öd	-.497**	-.487**	-.445**	.433**	.241öd	.189öd	-.333*	-.362**	-.107öd	.133öd	.679**	.372**	-.424**	-.317*	.734**						
Yaprak Ca (19)	.579**	.472**	.669**	.611**	.697**	.549**	.658**	.654**	.713**	.682**	.722**	.751**	.341*	.665**	.703**	.706**	-.089öd	-.234öd					
Yaprak K (20)	.600**	.565**	.810**	.790**	.806**	.614**	.670**	.671**	.887**	.824**	.844**	.725**	.309*	.685**	.815**	.778**	-.225öd	-.188öd	.687**				
Yaprak Na (21)	.172öd	-.019öd	-.743**	-.710**	-.677**	.129öd	-.058öd	-.122öd	-.673**	-.664**	-.442**	-.134öd	.479**	.068öd	-.608**	-.530**	.766**	.799**	-.337*	-.551**			
Kök Ca (22)	.599**	.483**	.674**	.672**	.733**	.534**	.643**	.611**	.744**	.720**	.737**	.717**	.346*	.659**	.677**	.743**	-.024öd	-.188öd	.739**	.737**	-.390**		
Kök K (23)	.608**	.487**	.677**	.628**	.705**	.650**	.649**	.661**	.777**	.726**	.744**	.695**	.396**	.709**	.690**	.728**	-.146öd	-.019öd	.641**	.827**	-.397**	.636**	
Kök Na (24)	.185ö.d.	.048öd	-.670**	-.620**	-.610**	.123öd	-.124öd	-.209öd	-.669**	-.644**	-.381**	-.165öd	.483**	.071öd	-.510**	-.464**	.782**	.703**	-.310*	-.551**	.875**	-.419**	-.398**

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; öd.: Önemli değil

Denemeninin ikinci yılında bitki boyu ile toplam sürgün boyu, yan dal sayısı, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yapraktaki stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; MDA arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bitki boyu ile membran geçirgenliği ve prolin arasında önemsiz ve pozitif yönde; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Toplam sürgün boyu ile yan dal sayısı, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak stoma sayısıyla ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Toplam sürgün boyu ile yaprak ve kök Na içerikleri arasındaki ilişkinin %1 düzeyinde önemli ve negatif; MDA ile arasında önemsiz ve pozitif; membran geçirgenliği ve prolinle ise önemsiz ve negatif yönde olduğu belirlenmiştir.

Yan dal sayısı ile yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; membran geçirgenliğiyle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yan dal sayısı ile yaprak stoma sayısı ve MDA arasında önemsiz ve pozitif yönde; prolin miktarıyla ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak sayısı ile yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; YNSİ arasında ise %5 düzeyinde önemli ve

pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısı ile yaprak stoma sayısı arasında önemsiz ve pozitif yönde; prolin ve MDA ile arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak yaş ağırlığı ile yaprak kuru ağırlığı, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, prolin, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak yaş ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasında önemsiz ve pozitif; MDA arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak kuru ağırlığı ile gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; prolin içeriğiyle ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak kuru ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasında önemsiz ve pozitif; MDA arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Gövde çapı ile gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, MDA, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Gövde çapı ile membran geçirgenliği ve prolin arasında önemsiz ve pozitif yönde; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Gövde yaş ağırlığı ile gövde kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; kök Na içeriğiyle %1 düzeyinde önemli ve negatif; yaprak Na içeriğiyle ise

%5 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Gövde yaş ağırlığı ile prolin ve MDA arasında önemsiz ve pozitif; membran geçirgenliğiyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Gövde kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K içerikleri ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; yaprak stoma sayısıyla arasında ise %5 düzeyinde önemli pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlığı ile MDA arasındaki ilişki önemsiz ve pozitif; membran geçirgenliği ve prolinle arasındaki ilişki ise önemsiz ve negatif yönlü bulunmuştur.

Kök yaş ağırlığı ile kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Kök yaş ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişki önemsiz ve pozitif yönde; prolin ve MDA ile arasındaki ilişki ise önemsiz ve negatif yönde bulunmuştur.

Kök kuru ağırlığı ile kök uzunluğu, yaprak alanı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı ile yaprak stoma sayısı arasındaki ilişki önemsiz ve pozitif yönde; prolin ve MDA ile arasındaki ilişki ise önemsiz ve negatif yönde bulunmuştur.

Kök uzunluğu ile yaprak alanı, yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; membran geçirgenliğiyle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kök uzunluğu ile MDA arasında önemsiz ve pozitif; prolinle ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak alanı ile yaprak stoma sayısı, YNSİ, klorofil indeksi, stoma iletkenliği, yaprak Ca ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak K içeriğiyle ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak alanı ile membran geçirgenliği, prolin ve MDA arasında önemsiz ve pozitif yönde; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Yaprak stoma sayısı ile yaprak nisbi su içeriği (YNSİ), membran geçirgenliği, prolin, MDA, yaprak Na ve kök Ca ve Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; stoma iletkenliği ve kök K içeriğiyle ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif yönde bir ilişki belirlenmiştir. Yaprak stoma sayısı ile klorofil indeksi, yaprak Ca ve K içerikleri arasında önemsiz ve pozitif bir ilişki saptanmıştır.

Yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) ile klorofil indeksi, stoma iletkenliği, MDA, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği ve prolinle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Yaprak nisbi su içeriği (YNSİ) ile yaprak Na ve kök Na içerikleri arasında ise önemsiz ve pozitif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Klorofil indeksi ile stoma iletkenliği, yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; membran geçirgenliği, yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Klorofil indeksi ile prolin ve MDA içeriği arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Stoma iletkenliği ile yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif; membran geçirgenliğiyle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişki saptanmıştır. Stoma iletkenliği ile MDA arasında önemsiz ve pozitif, prolinle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Membran geçirgenliği ile prolin, MDA, yaprak ve kök Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak Ca ve K ile kök Ca ve K içerikleriyle arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Prolin ile MDA, yaprak ve kök Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak Ca içeriğiyle arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif yönlü bir ilişki bulunurken; yaprak K, kök Ca ve K içerikleriyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

MDA ile yaprak ve kök Na içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak K, kök Ca ve K içerikleriyle arasında önemsiz ve pozitif; yaprak Ca içeriğiyle arasında ise önemsiz ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

Yaprak Ca içeriği ile yaprak K, kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Yaprak K içeriği ile kök Ca ve K içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; yaprak ve kök Na içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yaprak Na içeriği ile kök Na içeriği arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; kök Ca ve K içerikleriyle arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

Kök Ca içeriği ile kök K içeriği arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif; kök Na içeriği arasında ise %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Kök K içeriği ile kök Na içeriği arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. Tuzluluk stresinde yetiştirilen Hicaznar çeşidinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayıları (2018)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Bitki boyu (1)																									
Top. sür. boy. (2)	.617**																								
Yan dal sayısı (3)	.529**	.630**																							
Yaprak sayısı (4)	.608**	.651**	.721**																						
Yap. yaş ağ. (5)	.518**	.734**	.647**	.779**																					
Yap. kuru ağ. (6)	.527**	.720**	.533**	.722**	.895**																				
Göv. çapı (7)	.605**	.641**	.538**	.518**	.568**	.593**																			
Göv. yaş ağ. (8)	.658**	.664**	.529**	.583**	.696**	.609**	.633**																		
Göv. kuru ağ. (9)	.659**	.657**	.502**	.645**	.701**	.661**	.678**	.677**																	
Kök yaş ağ. (10)	.578**	.646**	.639**	.827**	.900**	.831**	.605**	.666**	.752**																
Kök kuru ağ. (11)	.549**	.589**	.624**	.768**	.862**	.722**	.494**	.685**	.728**	.918**															
Kök uz. (12)	.606**	.726**	.700**	.711**	.831**	.748**	.650**	.765**	.687**	.828**	.798**														
Yap. alanı (13)	.644**	.545**	.548**	.515**	.481**	.417**	.541**	.518**	.589**	.546**	.526**	.607**													
Y. stoma say. (14)	.519**	.321*	.253öd	.116öd	.087öd	.106öd	.563**	.440**	.352*	.160öd	.136öd	.383**	.549**												
YNSİ (15)	.565**	.577**	.460**	.339*	.444**	.427**	.711**	.637**	.505**	.438**	.432**	.573**	.627**	.805**											
Klorofil ind. (16)	.570**	.796**	.624**	.823**	.909**	.847**	.594**	.725**	.739**	.884**	.824**	.822**	.535**	.183öd	.477**										
Stoma ilet. (17)	.538**	.702**	.567**	.690**	.889**	.799**	.636**	.651**	.670**	.864**	.821**	.830**	.480**	.279*	.550**	.829**									
Memb. geç.(18)	.098öd	-.247öd	-.282*	-.511**	-.543**	-.504**	.036öd	-.111öd	-.171öd	-.503**	-.472**	-.299*	.092öd	.623**	.331*	-.498**	-.338*								
Prolin (19)	.178öd	-.262öd	-.227öd	-.244öd	-.378**	-.352*	.132öd	.043öd	-.032öd	-.210öd	-.204öd	-.121öd	.230öd	.603**	.338*	-.271öd	-.253öd	.691**							
MDA (20)	.347*	.073öd	.051öd	-.134öd	-.157öd	-.127öd	.366**	.129öd	.144öd	-.135öd	-.158öd	.061öd	.251öd	.704**	.546**	-.133öd	.026öd	.728**	.589**						
Yaprak Ca (21)	.478**	.747**	.573**	.614**	.838**	.773**	.576**	.647**	.633**	.752**	.706**	.730**	.558**	.213öd	.539**	.791**	.811**	-.351*	-.358**	-.063öd					
Yaprak K (22)	.433**	.558**	.527**	.580**	.755**	.759**	.570**	.680**	.528**	.691**	.636**	.754**	.306*	.267öd	.505**	.688**	.795**	-.278*	-.182öd	.010öd	.614**				
Yaprak Na (23)	-.157öd	-.488**	-.441**	-.612**	-.746**	-.664**	-.248öd	-.350*	-.366**	-.685**	-.663**	-.526**	-.137öd	.378**	.001öd	-.698**	-.632**	.802**	.677**	.583**	-.644**	-.464**			
Kök Ca (24)	.554**	.788**	.621**	.655**	.845**	.749**	.579**	.757**	.692**	.778**	.770**	.816**	.597**	.361**	.619**	.845**	.824**	-.276*	-.256öd	.026öd	.831**	.666**	-.552**		
Kök K (25)	.574**	.686**	.582**	.673**	.806**	.732**	.643**	.726**	.629**	.763**	.703**	.772**	.372**	.287*	.466**	.794**	.847**	-.341*	-.214öd	.091öd	.645**	.763**	-.526**	.730**	
Kök Na (26)	-.199öd	-.515**	-.425**	-.633**	-.796**	-.713**	-.179öd	-.389**	-.367**	-.698**	-.677**	-.554**	-.153öd	.392**	.018öd	-.738**	-.685**	.799**	.695**	.531**	-.664**	-.560**	.917**	-.596**	-.603**

**p<0.01 düzeyinde önemli; *p<0.05 düzeyinde önemli; öd.: Önemli değil

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Küresel iklim değişikliği nedeniyle yeryüzüne düşen yağışların her geçen gün azalması yalnızca kuraklığa değil, aynı zamanda tuzluluğa da davetiye çıkarmakta, elverişli tarım alanlarında kayıpların yaşanmasına neden olmaktadır. Stresin olmadığı optimum şartlar altında, bitkinin normal gelişimi için dışardan herhangi bir müdahaleye ihtiyacı yoktur. Ancak, bitkinin yetiştirildiği ortamda ya da yetiştirildiği dönem süresince hayatta kalmasını zorlaştıracak koşullar karşısında (biyotik ve abiyotik stres) bir takım fiziksel uygulamalara, ilave gübrelemelere ya da dışsal iyileştiricilere ihtiyaç duyulabilir. Stres altındaki bitkilerde potasyum ve/veya nitrat kaynaklı gübrelerin kullanılması yetiştirme ortamının optimize edilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Potasyumun bitki gelişimi, ürün kalitesi ve stres yönetimi üzerindeki etkisi ile ilgili çeşitli türlerde yapılmış çok sayıda yerli ve yabancı araştırma sonuçları mevcuttur. Bununla beraber, son yıllarda tuzluluğun olumsuz etkilerini minimuma indirmek ve bitkilerin toleransını arttırmak için geleneksel melezleme çalışmalarının yanı sıra bitki büyüme düzenleyicilerinin dışsal uygulaması ve transgenik bitki kullanımı gibi farklı stratejiler de geliştirilmiştir. Stres yönetiminde bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı yeni bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitki üzerindeki rolleri ve etki mekanizması tam olarak ortaya konulmamış bu bitki büyüme düzenleyicilerinden biri olan Brassinolidlerin, bitkininin değişik gelişim parametreleri üzerindeki etkisi ile ilgili kaynaklar hali hazırda sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu çalışma, tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının, bazı gelişim ve fizyokimyasal parametreler ile besin alımı üzerindeki iyileştirici etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Çalışmada, deneme süresince hava sıcaklık ve nem takibi yapılmış, fotosentetik aktif radyasyon değerleri ölçülmüştür. Denemenin ilk yılında en düşük ve en yüksek günlük sıcaklık ortalamaları 14.1 ile 21.1 ^{o}C arasında, ikinci yıl ise ortalama 18.6 ile

31.2 ºC arasında ölçülmüştür. Deneme süresince takip edilen hava oransal nem değerleri, denemenin ilk yılında günlük ortalama en düşük ve en yüksek %26.7 ile 46.0 arasında, denemenin ikinci yılında ise %28.8 ile 51.9 arasında ölçülmüştür. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerlerinin, denemenin ilk yılında ortalama 468 ile 1300 µmol m^{-2} s^{-1}, ikinci yılında ise 312 ile 1062 µmol m^{-2} s^{-1} arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada, bitki boyu, gövde çapı, vegetatif aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak ve stoma sayısı, yaprak alanı, yaprak klorofil indeksi, stoma iletkenliği, membran permeabilitesi, YNSİ, prolin, MDA ve bazı bitki besin elementlerinin yaprak ve kök içerikleri belirlenmiştir. Bitkilerde tuzluluk kaynaklı fizyolojik kuraklığın, bitki bünyesinde bulunan suyun azalmasına sebep olmasının akabinde bitki gelişiminde gerilemelere neden olabileceği saptanmıştır. Benzer şeklide bitki kuru aksam ağırlıklarında görülen azalmaların, fotosentez özümlenmesinin engellenmesinden dolayı, biyokütle üretimindeki gerilemenin bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülebilir.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak alınan ölçümler ve yapılan analiz sonuçlarına göre her iki yılda da tuz uygulamasının bitki boyu üzerinde %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenirken, KN ve BR uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde, her iki yılda da Tuz*KN ve KN*BR uygulamalarının etkisi önemsiz bulunurken, Tuz*BR uygulamasının ilk yıl %5 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. En iyi bitki boyu gelişimi her iki yılda da sırasıyla 80.22 ve 93.00 cm ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonunda, en kısa boylu bitkiler ilk yıl 67.28 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve 50.00 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonlarında ölçülmüştür.

Tuz, ilave potasyum ve dışsal olarak uygulanan BR'in Hicaznar çeşidinin toplam sürgün boyu üzerindeki etkisi yalnızca denemenin ikinci yılında değerlendirilmiş ve yapılan analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının toplam sürgün boyu üzerinde

istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu, KN ve BR uygulamalarının ise önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında Tuz*KN ve KN*BR uygulamalarının önemsiz, Tuz*BR uygulamasının ise %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir Sonuçlar, bitkilerin ana dal gelişimlerinden fazla yan dal boylarında artış olduğunu göstermiştir. En fazla toplam sürgün boyu gelişimi 482.92 cm ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonunda, en az gelişim ise 207.00 cm ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonunda ölçülmüştür.

Hicaznar çeşidi üzerinde yapılan uygulamalarının, bir vegetatif gelişim parametresi olan yan dal sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak ölçümler alınmıştır. İlk yıl, yan dal sayısı üzerine tuz uygulamalarının etkisi önemsiz, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin her iki yılında da ilave potasyum ve dışsal olarak uygulanan BR'in yan dal sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde ise ilk yıl tüm kombinasyonlar önemsiz çıkarken, ikinci yılda Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının etkisi istatistiksel anlamda sırasıyla %1 ve %5 düzeylerinde önemli bulunmuştur. Çalışmada da gözlemlendiği gibi, stresli ortama maruz kalan birçok bitki türünde görülen büyümedeki gerileme, genellikle fotosentez yapabilme yeteneğindeki azalma ile ilişkilidir. Uygulamaların üçlü kombinasyonunda en fazla yan dal sayısı ilk yıl 5.00 adet $bitki^{-1}$ ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 ve ikinci yıl 6.50 adet $bitki^{-1}$ ile Tuz_{100} KN_{10} BR_0 konularından alınmıştır. En az yan dal sayıları ise ilk yıl 3.22 adet $bitki^{-1}$ ile Tuz_{200} KN_{10} BR_0 ve ikinci yıl ise 1.75 adet $bitki^{-1}$ ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konularında belirlenmiştir.

Tuz uygulamasıyla beraber bitkilerde stres şartlarını hafifletici özelliklere sahip olduğu bilinen KN ve BR uygulamalarının Hicaznar çeşidinde ait bitkilerde yaprak sayısı üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre her iki yılda da tuz uygulamasının yaprak sayısı üzerinde istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli etkisinin olduğu belirlenirken, KN ve BR uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tuz*BR ve KN*BR uygulamalarının etkisi her iki yılda da önemsiz bulunurken, Tuz*KN uygulaması yalnızca denemenin ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz, KN ve BR'in üçlü kombinasyonunda

en fazla yaprak sayısı ilk yıl 95.56 adet bitki^{-1} ile Tuz_0 KN_0 BR_1, ikinci yıl ise 295.50 adet bitki^{-1} ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konularında, en az yaprak sayıları ise ilk yıl 4.83 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve 11.00 adet bitki^{-1} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 konularında belirlenmiştir.

Hicaznar çeşidi üzerinde farklı tuz, potasyum ve BR uygulamalarının denendiği çalışmada tuz uygulamalarının her iki yılda da yaprak yaş ağırlığı üzerinde etkisinin istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli, KN uygulamalarının ise önemsiz olduğu bulunmuştur. BR uygulaması denemenin ilk yılında önemsiz çıkarken, ikinci yılında ise %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Denemenin her iki yılında da tüm kombinasyonlar önemsiz bulunmuştur. Farklı dozlarda uygulanan tuz, KN ve BR kombinasyonunda en yüksek yaprak yaş ağırlığı değeri ilk yıl 5.18 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusunda belirlenirken, ikinci yıl 27.31 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasında belirlenmiştir. En düşük yaprak yaş ağırlıkları ise ilk yıl 0.74 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve ikinci yıl ise 5.08 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 konularından alınmıştır.

Hicaznar çeşidi üzerinde yapılan uygulamaların yaprak kuru ağırlığı üzerindeki etkilerine bakıldığında, tuz uygulaması her iki yılda da yaprak kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunurken, KN uygulamasının her iki yılda da önemsiz, BR uygulamasının ise ilk yıl %1 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkisi incelendiğinde denemenin ilk yılında Tuz*BR uygulaması önemli bulunurken, diğer tüm kombinasyonlar önemsiz bulunmuştur. En yüksek yaprak kuru ağırlığı değerleri yıllara göre sırasıyla 2.21 ve 12.01 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 kombinasyonunda belirlenirken, en düşük kuru ağırlıklar ise ilk yıl 0.29 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1, ikinci yıl ise 2.08 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonlarından elde edilmiştir.

Tuzluluk stresi altındaki bitkinin fiziksel gelişim parametrelerinden olan gövde çapı gelişim düzeyi üzerine ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının Hicaznar çeşidi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiziler sonucunda tuz uygulaması ilk yıl %5, ikinci yıl ise %1 düzeyinde, KN uygulaması yalnızca ikinci yıl %5 seviyesinde önemli bulunurken, BR uygulaması her

iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Tuz*BR uygulaması denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, diğer tüm kombinasyonlar her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Üçlü kombinasyonda en yüksek gövde çapı değerleri yıllara göre sırasıyla 8.82 ve 10.70 mm ile Tuz_0 KN_0 BR_0 konusunda, gövde çapı en küçük bitkiler ise 7.22 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 ve 7.30 mm ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konularında ölçülmüştür.

Uygulamaların Hicaznar çeşidinde gövde yaş ağırlığı üzerinde olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizlerde, tuz uygulamasının her iki yılda da gövde yaş ağırlığı üzerinde istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, KN ve BR uygulamalarının ise her iki yılda da önemsiz olduğu bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde denemenin ilk yılında Tuz*KN, Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuşlardır. Tuz, KN ve BR'in üçlü kombinasyonunda en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri ilk yıl 25.90 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_1 konusunda, ikinci yıl ise 45.82 g ile Tuz_0 KN_0 BR_0 konusunda ölçülmüştür. En düşük gövde yaş ağırlıkları ise yıl sırasına göre 13.64 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve 26.65 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 konularından alınmıştır.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan potasyum ve dışsal epibrassinolidin etkisinin belirlendiği çalışmada, tuz uygulamalarının gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkisi her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunurken, KN ve BR uygulamalarının etkisi her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında ise Tuz*KN uygulaması her iki yılda da önemsiz, Tuz*BR (%1) ve KN*BR (%5) uygulamaları denemenin ilk yılında önemli, ikinci yılında ise önemsiz bulunmuştur. Yıllara göre sırasıyla en yüksek gövde kuru ağırlığı değerleri 16.17 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_1 ve 24.89 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonundan alınmıştır. En düşük gövde kuru ağırlığı değerleri ise ilk yıl 7.51 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 kombinasyonundan alınırken ikinci yıl 14.27 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonundan elde edilmiştir.

Tuz, ilave potasyum ve dışsal olarak uygulanan BR'in, Hicaznar çeşidinin kök yaş ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz

sonuçlarına göre, tuz uygulamasının her iki yılda da kök yaş ağırlığı üzerinde %1 düzeyinde, KN uygulamasının denemenin ilk yılında %5, ikinci yılında %1 düzeyinde, BR uygulamasının ise yalnızca denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli etkisinin olduğu, ikinci yılda önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde her iki yılda da tüm kombinasyonların önemsiz olduğu saptanmıştır. En fazla kök yaş ağırlığı ilk yıl 18.62 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 kombinasyonunda, ikinci yıl ise 31.70 g ile Tuz_{100} KN_{10} BR_0 kombinasyonunda ölçülmüştür. En düşük kök yaş ağırlıkları ise 2.47 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 ve 8.97 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınmıştır.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, tuz uygulamasının her iki yılda da kök kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, KN uygulamasının ise her iki yılda da önemsiz olduğu, BR uygulamasının ise yalnızca denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında, Tuz*BR uygulaması yalnızca denemenin ilk yılında %1 düzeyinde önemli, diğer tüm kombinasyonlar her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Tuz, KN ve BR uygulamaların üçlü kombinasyonunda yıllara göre sırasıyla en yüksek kök kuru ağırlığı değerleri 3.41 ve 10.21 g ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından alınmıştır. En düşük kök kuru ağırlığı değerleri ise ilk yıl 0.33 g ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 uygulamasından alınırken, ikinci yıl 2.26 g ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 konusundan elde edilmiştir.

Denemenin her iki yılında da Hicaznar çeşidinde tuz uygulamasının kök uzunluğu üzerinde istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. KN ve BR uygulamaları ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların tüm kombinasyonlar üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında en uzun köklü bitkiler 35.33 cm ile Tuz_0 KN_0 BR_1, ikinci yıl ise 56.00 cm ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonlarından alınırken, en kısa köklü bitkiler ilk yıl 17.50 cm ile Tuz_{300} KN_0 BR_1, ikinci yıl ise 27.33 cm ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 kombinasyonlarından alınmıştır.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprak alanı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, tuz uygulamasının yaprak alanı üzerinde her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. KN ve BR uygulamalarının ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Tuz*KN uygulaması ilk yıl %5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl tüm kombinasyonlar önemsiz bulunmuştur. Tuz, KN ve BR üçlü kombinasyonunda yıllara göre sırasıyla en yüksek yaprak alanı değerleri 7.68 cm^2 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 ve 8.19 cm^2 ile Tuz_0 KN_0 BR_0 uygulamalarından alınmıştır. En düşük yaprak alanı değerleri ise yine yıllara göre sırasıyla 4.32 cm^2 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_1 ve 4.44 cm^2 ile de Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından elde edilmiştir.

Tuz uygulamasıyla beraber bitkilerde stres şartlarını hafifletici özelliklere sahip olduğu bilinen potasyum ve BR uygulamalarının etkilerinin denendiği çalışmada, tuz uygulamalarının Hicaznar çeşidine ait bitkilerin yapraklarındaki stoma sayısı üzerine her iki yılda da %1 düzeyinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. KN uygulaması her iki yılda da önemsiz bulunurken, BR uygulaması ilk yıl önemsiz, ikinci yılda ise istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında Tuz*BR ve KN*BR uygulamaları denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunurken, Tuz*KN uygulaması her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en fazla stoma sayısı değeri 808.98 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonundan, en az stoma sayısı ise 606.87 adet mm^{-2} ile Tuz_0 KN_0 BR_0 kombinasyonundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında en fazla stoma sayısı 696.41 adet mm^{-2} ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 kombinasyonundan, en az stoma sayısı ise 597.93 adet mm^{-2} ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonundan alınmıştır.

Tuzluluk stresi altındaki Hicaznar çeşidine ait bitkinin yaprak nisbi su içeriği üzerine ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının etkilerinin belirlendiği çalışmada, tuz uygulamasının yaprak nisbi su içeriği üzerinde her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. KN uygulaması ilk yıl önemsiz, ikinci yıl %5 düzeyinde önemli bulunurken, BR uygulaması ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar

birlikte değerlendirildiğinde ilk yıl tüm kombinasyonların önemsiz, ikinci yıl ise yalnızca KN*BR uygulamasının %1 düzeyinde önemli bulunduğu saptanmıştır. Denemenin ilk yılında en yüksek YNSİ değeri %86.15 ile Tuz_0 KN_0 BR_0 kombinasyonunda, ikinci yıl ise %88.43 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınırken, en az YNSİ değerleri ise ilk yıl %68.67 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 ve ikinci yıl ise %71.83 ile Tuz_{200} KN_{10} BR_1 kombinasyonlarından alınmıştır.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının klorofil indeksi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla deneme süresince düzenli olarak alınan ölçümler ve yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının etkisi her iki yılda da istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN ve BR uygulamaları denemenin ilk yılında önemli bulunmazken, ikinci yılında KN %5, BR ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi değerlendirildiğinde Tuz*KN uygulaması yalnızca denemenin ikinci yılında %5 düzeyinde önemli bulunurken, KN*BR uygulaması her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Tuz*BR uygulaması denemenin ilk yılında %5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yılında %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek klorofil indeksi değeri 20.72 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınırken, en düşük değer 5.95 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek klorofil indeksi değeri 97.50 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 kombinasyonundan alınırken, en düşük değer ise 18.84 ile ilk yılda olduğu gibi Tuz_{300} KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınmıştır.

Yapılan uygulamaların stoma iletkenliği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizler sonucunda, tuz uygulamasının Hicaznar çeşidinde her iki yılda da %1 düzeyinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. KN uygulaması denemenin ilk yılında önemsiz, ikinci yılında ise %1 düzeyinde önemli bulunurken, BR uygulaması her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz*BR uygulamasının stoma iletkenliği üzerine etkisi ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise %1 düzeyinde önemli, Tuz*KN ve KN*BR uygulamalarının etkisi ise her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek stoma iletkenliği değeri

277.53 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonundan, en düşük değer 80.50 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 kombinasyonundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek stoma iletkenliği 244.60 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 kombinasyonundan, en düşük değer ise 107.53 mmol $m^{-2}s^{-1}$ ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 kombinasyonundan alınmıştır.

Uygulamaların Hicaznar çeşidinde membran geçirgenliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tuz ve KN uygulamalarının etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunurken, BR uygulamaları ve kombinasyonlar her iki yılda da önemsiz bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en düşük membran geçirgenliği %30.43 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 kombinasyonundan alınırken, en yüksek değer %65.56 ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en düşük membran geçirgenliği %22.98 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 konusundan alınırken, en yüksek değer %49.33 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınmıştır.

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının bitki bünyesinde önemli bir stres göstergesi olan prolin birikimi içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tuz uygulamasının etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunurken, KN uygulaması ilk yıl %1 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur. BR uygulamanın etkisi ise ilk yıl %5, ikinci yıl ise %1 düzeyinde olmuştur. Tuz*BR uygulaması denemenin ikinci yılında %1 düzeyinde önemli bulunurken, Tuz*KN ve KN*BR uygulamalarının etkisinin her iki yılda da önemsiz olduğu belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında en düşük prolin konsantrasyonu 0.60 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınırken, en yüksek değer 2.81 µmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonundan alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise en düşük prolin konsantrasyon değeri 0.73 µmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonundan alınırken en yüksek değer ise 1.71 µmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 kombinasyonundan alınmıştır. Hücre içerisinde Na birikiminin artması durumunda hücre içindeki osmotik basıncın dengelenebilmesi amacıyla sitoplazma içerisinde prolin gibi organik bileşiklerin birikerek basıncı

dengelemesi bir çeşit korunma mekanizması olarak karşımıza çıkar. Yapılan bu çalışmada tuz uygulamasıyla birlikte yaprak prolin içeriği yükselmiştir.

Tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere uygulanan ilave potasyum gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının lipit peroksidaz (MDA) üzerine olan etkilerinin belirlendiği çalışmada, farklı tuz uygulamalarının MDA içeriği üzerinde %1 düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu, KN ve BR uygulamalarının etkilerinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde tüm kombinasyonların MDA üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır. Tuz, KN ve BR uygulamalarının üçlü kombinasyonlarında en düşük MDA değeri 8.10 nmol g^{-1} ta ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusundan alınırken, en yüksek değer ise 12.41 nmol g^{-1} ta ile Tuz_{300} KN_0 BR_1 uygulamasından alınmıştır. Tuz uygulaması bitki hücresinde daha yüksek tahribata neden olmuş ve daha yüksek MDA miktarının oluşmasına yol açmıştır.

Farklı tuz uygulamaları altında yetiştirilen Hicaznar çeşidine ait bitkilere iyileştirici olarak uygulanan potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının yaprakların bazı bitki besin elementi içerikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamalarının yaprakların Ca, K ve Na içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN uygulamasının yaprak Ca içeriği üzerine etkisinin ilk yıl %5, ikinci yıl %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. BR uygulaması ise ilk yıl önemsiz çıkarken, ikinci yıl %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. KN uygulamasının yaprak K içerikleri üzerine etkisi ilk yıl %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl %5 düzeyinde önemi bulunmuştur. BR uygulamasının yaprak K içeriği üzerine etkisinin ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. KN uygulamasının yaprak Na içeriği üzerine etkisi ilk yıl %5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. BR uygulamasının yaprakların Na içeriği üzerine etkisinin ilk yıl %1 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte etkilerine bakıldığında her iki yılda da yaprakların Ca, K ve Na içerikleri için tüm kombinasyonlar önemsiz bulunmuştur. En yüksek yaprak Ca içeriği yıllara göre sırasıyla %3.05 ve 3.10 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonunda saptanırken, en düşük

yaprak Ca içeriği %1.05 ve 0.99 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonundan elde edilmiştir. Yaprak K içeriğinde ilk yıl en yüksek değer %2.81 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 uygulamasında belirlenirken, ikinci yıl en yüksek değer %2.65 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından alınmıştır. Denemenin her iki yılında da en düşük yaprak K içeriği yıllara göre sırasıyla %0.99 ve 0.98 değerleri ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında saptanmıştır. Yaprak Na içeriği değerlerine bakıldığında ise yıllara göre sırasıyla en yüksek %3.48 ve 3.10 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında, en düşük yaprak Na içeriği ise %0.03 ve 0.26 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasında saptanmıştır.

Tuzluluk stresi altındaki Hicaznar çeşidinde ilave potasyum nitrat gübrelemesi ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının köklerin bazı bitki besin element içerikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamalarının köklerin Ca, K ve Na içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KN uygulamasının kök Ca içeriği üzerine etkisinin ilk yıl %1, ikinci yıl %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. BR uygulaması ise ilk yıl %1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz olduğu belirlenmiştir. KN uygulamasının kök K içerikleri üzerine etkisi her iki yılda da %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. BR uygulamasının ilk yıl %5 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz oluğu saptanmıştır. KN uygulamasının kök Na içeriği üzerine etkisi her iki yılda da %5 düzeyinde önemli bulunurken, BR uygulamasının ilk yıl %5 düzeyinde önemli, ikinci yıl ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların etkisi birlikte değerlendirildiğinde, kök Ca, K ve Na içerikleri her iki yılda da tüm kombinasyonlarda önemsiz bulunmuştur. En yüksek kök Ca içeriği yıllara göre sırasıyla %0.66 ve 1.37 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 kombinasyonunda saptanırken, en düşük kök Ca içeriği %0.18 ve 0.65 ile Tuz_{300} KN_{10} BR_0 kombinasyonundan elde edilmiştir. Kök K içeriğinde en yüksek değerler yıllara göre sırasıyla %1.04 ve 1.35 ile Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamasından, en düşük kök K içeriği değerleri ise %0.38 ve 0.51 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek kök Na içeriği değerleri yıllara göre sırasıyla %1.42 ve 3.15 ile Tuz_{300} KN_0 BR_0 uygulamasından alınırken, en düşük kök Na içeriği ilk yıl %0.17 ile Tuz_0 KN_0 BR_1 konusunda, ikinci yıl ise %0.36 ile Tuz_0 KN_{10} BR_0 ve Tuz_0 KN_{10} BR_1 uygulamalarında saptanmıştır. Tuzluluk stresinin yaprak ve köklerde Na konsantrasyonlarında yükselmelere sebep olması beklenen bir sonuçtur. Tuz stresiyle

birlikte bitki bünyesinde artan Na iyonu, K ve Ca iyonlarının alımını sınırlandırmıştır. İncelenen özellikler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Toprak tuzluluğu, tüm dünyada tarımsal üretimi kısıtlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Küresel iklim değişikliği ile birlikte tarımsal alanlarda tuzluluk oranının artacağı, tuzluluk sorunu olmayan alanlarda da iklimsel şartlar ve yanlış uygulamalar sonucunda yakın bir gelecekte tuzluluk problemlerinin ortaya çıkma ihtimalinin çok yüksek olduğu öngörülmektedir. Bu çalışma, tuzluluk stresi altında yetiştirilen Hicaznar çeşidinde potasyum nitrat ve dışsal epibrassinolid uygulamalarının bazı gelişim ve fizyokimyasal parametreler ile kök ve yaprakların bazı bitki besin maddesi içeriği üzerindeki iyileştirici etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda, tuz uygulamalarının genel olarak incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel anlamda önemli bir etkisinin olduğu, yetiştirme ortamındaki tuz konsantrasyonu artışının incelenen tüm bitki gelişim parametreleri üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğu belirlenmiştir. Potasyum ve nitrat kaynaklı gübre uygulamalarının bitki gelişimini önemli oranda arttırdığı çeşitli araştırıcılar tarafından vurgulanmıştır. Yapılan bu çalışmada tek başına potasyum nitrat uygulamasının genel olarak bitki gelişim parametreleri üzerinde önemli olmasa da iyileştirici etkilerde bulunduğu, ancak BR ile birlikte uyguladığı durumlarda hem KN'ın hem de BR'in iyileştirici etkisinin azaldığı belirlenmiştir. Stres altındaki bitkilerde potasyum noksanlığı zararın derecesini arttırabilir ancak, araştırmada uygulanan Hoagland besin solüsyonunun standart miktarda potasyum içermesinden dolayı, uygulanan ilave potasyum gübrelemesinin iyileştirici etkisi beklenilenin altında kalmış olabilir. Bu nedenle ilave potasyum gübrelemesinin potasyumun ya da elverişli potasyumun düşük olduğu durumlarda uygulanmasının daha iyi sonuçlar verebileceği ve iyileştirici etkisinin daha yüksek olabileceği düşünülmektedir. Tuz uygulaması altında iyileştirici olarak kullanılan potasyum nitrat ve brassinolid uygulamalarının takibi yapılan özellikler üzerindeki etkisi yıllara ve tuz dozlarına

bağlı olarak farklıklar göstermiştir. Tek başına BR uygulaması genel olarak bitki gelişim parametreleri üzerinde önemli bir etkide bulunmamış, stres altındaki bitkilerde daha fazla olumlu etkilerde bulunmuştur. BR uygulamasının etkinliğinin de KN uygulamasında olduğu gibi tuz dozlarına, yıllara ve incelenen özelliklere göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Tuzluluk stresinin bitkilerdeki Ca, K ve Na üzerindeki etkileri beklenen sonuçlardır. Hem yapraklarda hem de özellikle köklerde Na konsantrasyonlarında artışların olduğu gözlemlenmiştir. BR uygulamaları yaprak ve köklerin Ca ve K içeriklerini arttırırken, Na içeriklerinin azalmasını sağlamıştır. Bu bağlamda BR'in yararlı etkisinin, tuz uygulanmış hücrelerde iyon dengesini iyileştirmesi ile ilgili olabileceği düşünülmüştür.

Bitkilerin tuza toleransları bakımından familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait çeşitler arasında da ayrımların bulunduğu bilinmektedir. Bu nedenle farklı araştırma sonuçlarından farklı bulguların elde edilmesinde çalışılan tür, çeşit, iklim koşulları, uygulama doz ya da zamanları önemli etkilere sahiptir. Bu bağlamda stres koşulları altında bulunan bitkilerin ortam şartlarını optimize etmek amacıyla kullanılan dışsal iyileştiricilere karşı yanıtlarının da farklılıklar gösterebileceği unutulmamalıdır. Yapılan bu çalışmanın yüksek tuzluluk dozlarının bitki gelişimi, verime yatma ve en önemlisi meyve verimi ve kalite parametrelerine etkisinin araştırılması için çalışmanın elde edilen bu veriler doğrultusunda, verim çağına kadar sürdürülmesi ve daha düşük BR konsantrasyonlarının denenmesi önerilebilir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmanın, diğer bitki türleri ile yapılacak olan çalışmalara ve verim çağındaki ağaçlara yapılacak uygulamalarda alt yapı oluşturarak, kaynak olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ABOGADALLAH, G. M., 2010. Antioxidative Defense under Salt Stress. Plant Signal Behavior, 5 (4): 369-374.

ACHILEA, O., 2002. Alleviation of Salinity-Induced Stress in Cash Crops By Multi-K (Potassium Nitrate), Five Cases Typifying The Underlying Pattern. ISHS Acta Horticulturae 573-4: 43-48. International Symposium on Techniques to Control Salination For Horticultural Productivity, 58 (1): 481 p. 30 March, Antalya, Turkey.

AÇAR, İ., AK, B. E., KAYA, C., YAĞMUR, M. B. ve YAŞAR, H., 2019. Antepfıstığına Anaç Olarak Kullanılan Değişik *Pistacia* Türlerinin Tuza Dayanıklılıklarının Belirlenmesi ve Bitki Büyümesini Artıran Rizobakterilerin (BBAR) Tuza Dayanıklılık Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Münferit Araştırma Projesi, Proje No: 16128, Şanlıurfa, 44 s.

ADAMS, P., THOMAS, J. C., VERNON, D. M, BOHNERT, H. J., and JENSEN, R. G., 1992. Distinct cellular and organismic responses to salt stress. Plant Cell Physiol, 33 (8): 1215–1223.

AĞCA, N., 1999. Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs, Şanlıurfa, Cilt: 2, s. 915-922.

AK, B. E., IKINCI, A., PARLAKCI, H., OZGUVEN, A. I., and YILMAZ, C., 2009. Some Pomological Traits of Different Pomegranate Varieties Grown in Sanliurfa-Turkey. ISHS Acta Horticulturae 818, 1: 115-120.

AK, B. E., SÖYLEMEZ, S. ve KORKMAZ, Ş., 2016. Nar Yetiştiriciliği ve Narın Sağlık Bakımından Önemi. Tarım Gündem, Yıl:6, Sayı:35, 82-87.

AKÇA. Y. ve SAMSUNLU. E., 2012, The Effect Of Salt Stres onGrowth Chlorophyll Content Proline Nutrient Accumulation, and K/Na Ratio in Walnut. Pakistan Journal of Botany, 44 (5): 1513-1520

AKTAŞ, H., 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi Adana, 105 s.

AKTEPE TANGU, N. A., ÖZDEMİR EROĞLU, Z., ERENOĞLU, B., ERDOĞAN, S. ve YALÇINKAYA, E., 2011. Bazı Nar Çeşit ve Tiplerinin Yalova Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa, s. 212-220.

ALI, B., HAYAT, S., FARIDUDDIN, Q., and AHMAD, A., 2008. 24-Epibrassinolide Protects Against the Stress Generated by Salinity and Nickel in *Brassica juncea*. Chemosphere, 72 (9): 1387–1392.

AL-SAGHIR, M. G., and PORTER, D. M., 2005. Stomatal Distribution in Pistacia Sp. (Anacardiaceae). International Journal of Botany, 1 (2): 183-187.

ALVA, A. K., and J. P. SYVERTSEN., 1991. Irrigation Water Salinity Affects Soil Nutrient Distribution, Root Density, and Leaf Nutrient Levels of Citrus under Drip Fertigation. Journal of Plant Nutrition, 14 (7): 715-727.

AMRI, E., MIRZAEI, M., MORADI, M., and ZARE, K., 2011. The Effects of Spermidine and Putrescine Polyamines on Growth of Pomegranate (*Punica granatum* L. Cv 'Rabbab') in Salinity Circumstance. International Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 3(3): 43-49.

ANONİM, 1954. U. S. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agricultural Handbook, No: 60.

ANTHRAPER A., and DUBOIS J. D., 2003. The Effect of NaCl on Growth, N_2 Fixation (Acetylene Reduction), and Percentage Total Nitrogen in *Leucaena leucocephala* (Leguminosae) var. K-8. American Journal of Botany, 90 (5): 683-692.

APEL, K., and HIRT H., 2004. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. Annual Review of Plant Biology 55: 373-399.

ARAGUÉS, R., PUY J., and ISIDORO D., 2004. Vegetative Growth Response of Young Olive Trees (*Olea europaea* L., Cv. Arbequina) to Soil Salinity and Waterlogging. Plant and Soil, 258 (1): 69-80.

ARAS, S., 2018. Farklı Kiraz Anaçlarının ve Bu Anaçlara Aşılı 0900 Ziraat Çeşidinin Tuz Stresine Verdiği Fizyolojik Ve Moleküler Tepkilerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 85 s.

ARBONA, V., FLORS, V., JACAS, J., GARCÍA-AGUSTÍN, P., and GÓMEZ-CADENAS, A., 2003. Enzymatic and Non-Enzymatic Antioxidant Responses of Carrizo Citrange, a Salt-Sensitive Citrus Rootstock, to Different Levels of Salinity. Plant Cell Physiology, 44 (4): 388-394.

ARTECA, M. J., and ARTECA, R. N., 2001. Brassinosteroid-Induced Exaggerated Growth in Hydroponically Grown Arabidopsis Plants. Physiologia Plantarum, 112 (1): 104-112.

ARZANI, K., GHASEMI, M., YADOLLAHI, A., and HOKMABADI, H., 2013. Study of Foliar Epidermal Anatomy of Four Pistachio Rootstocks under Water Stress. IDESIA (CHILE), 31 (1): 101-107.

ASHRAF, M., McNAILY, T., and BRADSHAW, A. D., 1986. The Potential for Evaluation of Salt (NaCl) Tolerance in Seven Grass Species. New Phytologist. 103 (2): 299-309.

ASHRAF, M., 1994. Organic Substances Responsible for Salt Tolerance in *Eruca sativa*. Biologia Plantarum 36 (2): 255-259.

ASHRAF, M., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 199 (5): 361-376.

ASHRAF, M. ve AKHTAR, N., 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. Biologia Plantarum, 48 (3): 461-464.

ASHRAF, M., and HARRIS, P. J. C., 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. Plant Science, 166 (1): 3-16.

ASHRAF, M., and FOOLAD, M. R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany, 59 (2): 206-216.

ATASEVER, Ö. Ö., GERÇEKÇİOĞLU, R. ve DALKA, Y., 2011. 'Hicaznar' ve 'Canernar' Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinde Çiçeklenme Döneminin Meyve Tutumu, Pomolojik Özellikler ve Kalite Üzerine Etkisi. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa, s. 542-550.

ATHAR, H. R., and ASHRAF, M., 2005. Photosynthesis under Drought Stress. Pp. 793-809. (Book Chapter). In: Handbook of Photosynthesis. 2nd Ed. M. Pessarakli, Marcel and Dekker (Eds.), Taylor and Francis, Inc., New York, U.S.A. pp. 793-809.

AWANG, Y. B., ATHERTON, J. G., and TAYLOR, A. J., 1993a. Salinity Effects on Strawberry Plants Grown in Rockwool. II. Fruit Quality. Journal of Horticultural Science, 68(5):791-795.

AWANG, Y. S., ATHERTON, J. G., and TAYLOR, A. J., 1993b. Salinity Effects on Strawberry Plants Grown in Rockwool I. Grown and Leaf Water Relations. Journal of Horticultural Science, 68 (5): 783-790.

BAJGUZ, A., 2009. Brassinosteroid Enhanced the Level of Abscisic Acid in Chlorella Vulgaris Subjected to Short-Term Heat Stress. Journal of Plant Physiology, 166 (8): 882-886.

BAKTIR, İ., 2010. Bitki Büyüme Düzenleyicileri, Özellikleri ve Tarımda Kullanımları. Hasad Yayıncılık, 110 s.

BALIBREA, M. E., DELL'AMICO, J., BOLARIN, M. C., and PEREZ-ALFOCEA, F., 2000. Carbon Partitioning and Sucrose Metabolism in Tomato Plants Growing under Salinity. Physiologia Plantarum, 110 (4): 503-511.

BAÑON, A., FERNANDEZ, J. A., FRANCO, J. A., TORRECILLAS, A., ALARCÓN, J. J., and SÁNCHEZ--BLANCO, M. J., 2004. Effects of Water Stress and Night Temperature Preconditioning on Water Relations and Morphological and Anatomical Changes of *Lotus creticus* Plants. Scientia Horticulturae, 101 (3): 333-342.

BATES, L.S., WALDREN, R.P., and TEARE, I.D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. Plant and Soil 39 (1): 205-207.

BECANA, M., DALTON, D. A., MORAN, J. F., ITURBE, O. I., MATAMOROS, M. A., and RUBIO, M. C., 2000. Reactive Oxygen Species and Antioxidant in Legume Nodules. Physiologia Plantarum, 109 (4): 372–381.

BELHADJ, S., DERRIDJ, A., MORIANA, A., GIJON, M. D. C., MEVY, J. P., and GAUQUELIN, T., 2011. Comparative Analysis of Stomatal Characters in Eight Wild Atlas Pistachio Populations (*Pistacia atlantica* Desf.; Anacardiaceae). International Research Journal of Plant Science, 2 (3): 060-069.

BEN-HAYYIM, G., and MOORE, G., 2007. Recent Advances in Breeding Citrus for Drought and Saline Stress Tolerance. In: Jenks, Matthew A., Hasegawa, Paul M., Jain, S. Mohan (Eds.), Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops, pp. 627-642.

BERNSTEIN, L., 1975. Effects of Salinity and Sodicity on Plant Growth. Annual Review of Phytopathology, 13 (1): 295–312.

BHANTANA, P., and LAZAROVITCH, N., 2010. Evapotranspiration, Crop Coefficient and Growth of Two Young Pomegranate (*Punica granatum* L.) Varieties under Salt Stress. Agricultural Water Management, 97 (5): 715-722.

BHATTACHARJEE, S., 2005. Reactive Oxygen Species and Oxidative Burst: Roles in Stress, Senescence and Signal Transduction in Plants. Review Articles, Current Science, 89 (7): 01-10.

BRAY, E. A., BAILEY-SERRES, J., and WERETILNYK, E., 2000. Responses to Abiotic Stresses. In: Buchanan B., Gruissem W., Jones R., Editors. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. pp. 1158-1203, Rockville, MD, USA.

BOROWSKI, E., and SŁAWOMIR, M., 2009. The Effect of Foliar Feeding of Potassium Salts and Urea in Spinach on Gas Exchange, Leaf Yield and Quality. Acta Agrobotanica, 62 (1): 155-162.

BOTELLA, M. A., MARTINEZ, V., PARDINES, J., and CERDÁ, A., 1997. Salinity Induced Potassium Deficiency in Maize Plant. Journal of Plant Physiology, 150 (1-2): 200-205.

BOUCHÉ, N., and FROMM, H., 2004. GABA in Plants: Just a metabolite? Trends in Plant Science 9 (3): 110-115.

CARDEN, D. E., WALKER, D. J., FLOWERS, T. J., and MILLER, A. J., 2003. Single-Cell Measurements of the Contributions of Cytosolic Na^+ and K^+ to Salt Tolerance. Plant Physiology, 131 (2): 676-683.

CAVALIERI, A. J., and HUANG, A. H. C., 1979. Evaluation of Proline Accumulation in The Adaptation of Diverse Species of Marsh Halophytes to The Saline Environment. American Journal Botany, 66 (3): 307-312.

CAKMAK, I., 2005. The Role of Potassium in Alleviating Detrimental Effects of Abiotic Stresses in Plants. Journal of Plant Nutrition Soil Science, 168 (4): 521-530.

CEMEK, B., UNLUKARA, A., KARAMAN, S., and GOKALP, Z., 2011. Effects of Evapotranspiration and Soil Salinity on Some Growth Parameters and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* var. crispa) Zemdirbyste- Agriculture, 98 (2): 139-148.

CHARBAJI, T., and AYYOUBI, Z., 2004. Differential Growth of Some Grapevine Varieties in Syria in Response to Salt in Vitro. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 40 (2): 221-224.

CHAVES, M. M., FLEXAS, J., and PINHEIRO, C., 2009. Photosynthesis under Drought and Salt Stress: Regulation Mechanisms From Whole Plant to Cell. Annals of Botany, 103 (4): 551-560.

CHELL I-CHAABOUNIA, A., MOSBAHB, A.B., MAALEJ, M., GARGOURIC, K., GARGOURI-BOUZIDD, R., and DRIRA, N., 2010. In vitro salinity tolerance of two pistachio rootstocks: *Pistacia vera* L. and *P. atlantica* Desf. Env. Exp. Bot. 69 (3):302-312.

CHEN, S. Y., 1991. Injury of Membrane Lipid Peroxidation to Plant Cell. Plant Physiology Communications 27 (2): 84-90.

CHEN, C.T., LI, C.C., and KAO, C.H., 1991. Senescence of Rice Leaves XXXI. Changes of Chlorophyll, Protein and Polyamine Contents and Ethylene Production During Senescence of a Chlorophyll-Deficient Mutant. Journal of Plant Growth Regulation, 10(4): 201- 205

CHEN, Z., NEWMAN, I., ZHOU, M., MENDHAM, N., ZHANG, G., and SHABALA, S., 2005. Screening Plants for Salt Tolerance by Measuring K^+ Flux: A Case Study for Barley. Plant, Cell and Environment 28 (10):1230–1246

CHENG, L., FUCHIGAMI, L. H., and BREEN, P. J., 2000. Light Absorption and Partitioning in Relation to Nitrogen Content in 'Fuji' Apple Leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 125(5): 581-587.

CHOUNHARY, S. P., BHARDWAJ, R., GUPTA, B. D., DUTT, P., GUPTA, R. K., BIONDI, S., and KANVAR, M., 2010. Epibrassinolide induces changes in indole-3-acetic acid, abscisic acid and polyamine concentrations and enhances antioxidant potential of radish seedlings under copper stress. Physiologia Plantarum, 140 (3): 280-296.

CLOUSE, S. D., and SASSE, J. M., 1998. Brassinosteroids: Essential Regulators of Plant Growth and Development. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 49: 427-451.

CLOUSE, S. D., 2009. Quick Guide: Brassinostreodis. Current Biology, Vol. 11, No. 22.

COWAN, I. R., 1982. Regulation of Water Use in Relation to Carbon Gain in Higher Plants. In: Lange O.L., Nobel P.S., Osmond C.B., Ziegler H. (eds) Physiological Plant Ecology II. Encyclopedia of Plant Physiology (New Series), Springer, Berlin vol 12 / B, p. 535-562.

CUIN, T. A., MILLER, A. J., LAURIE, S. A., and LEIGH, R. A., 2003. Potassium Activities in Cell Compartments of Salt-Grown Barley Leaves. Journal of Experimental Botany, 54 (383): 657-661.

CUIN, T.A., and SHABALA, S., 2005. Exogenously Supplied Compatible Solutes Rapidly Ameliorate NaCl Induced Potassium Efflux From Barley Roots. Plant and Cell Physiology, 46 (12):1924-1933.

CUARTERO, J., and FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R., 1999. Tomato and Salinity. Scientia Horticulturae, 78 (1-4): 83-125.

CRAMER, G. R., LYNCH, J., LAUCHLI, A., and EPSTEIN, E., 1987. Influx of Na^+, K^+, and Ca^{2+}, into Roots of Salt-Stressed Cotton Seedlings. Effects of Supplemental Ca^{2+}. Plant Physiology, 83 (3): 510-516, 1987.

ÇAĞLAYAN, A. ve DEMOĞLU, E., 2005. Çiftçi Şartlarında Potasyumlu Gübrelemenin Verim ve Kaliteye Olan Etkisi. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi. Ege Üniversitesi 50. Yıl Kampüs Dışı Etkinlikleri, 03-04 Ekim, Eskişehir, s. 209-213.

ÇAKIRLAR, H. ve TOPCUOĞLU, S.F., 1985. Stress Terminology. Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği. Atatürk Üniversitesi. Çevre Sorunları Araştırma Merkezi.

ÇAKMAK, I., 1997. Role of Potassium in Protection of Higher Plants Against Photooxidative Damage. In: Proc. Regional Workshop of The International Potash Institute, Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997.

ÇINAR, N., AYDİNŞAKİR, K., DİNÇ, N., BÜYÜKTAS, D. ve IŞIK, M., 2016. Yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) Su Stresinin Stoma Özellikleri Üzerine Etkisi. Akdenzi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 29 (2): 79-84.

ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A. R., AĞCA, N., İNCE, F. ve DERİCİ, M. R., 2000a. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi. T. C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Proje kod no:4.1. Kesin Sonuç Raporu.

ÇULLU, M. A., ÇELİK, İ. ve ALMACA, A., 2000b. Degradation of the Harran Plain Soils Due to Irrigation. Proceedigns of International Symposium on Desertification. 13-17 June, Konya-Turkey, pp. 93-197.

DABUXILATU, and IKEDA, M., 2005. Distribution of K, Na and Cl in Root and Leaf Cells of Soybean and Cucumber Plants Grown under Salinity Conditions. Soil Science and Plant Nutrition 51 (7): 1053-1057.

DAI, L. Y., ZHANG, L. J., JIANG, S. J., and YIN, K. D., 2014. Saline and Alkaline Stress Genotypic Tolerance in Sweet Sorghum is Linked to Sodium Distribution. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science, 64 (6): 471-481.

DASBERG, S., BIELORAI, H., HAIMOWITZ, A., and ERNER, Y., 1991. The Effect of Saline Irrigation Water on 'Shamouti' Orange Trees. Irrigation Science, 12: 205-211.

DELAUNEY, A. J., and VERMA, D. P. S., 1993. Proline Biosynthesis and Osmoregulation in Plants. The Plant Journal, 4 (2): 215-223.

DEMIRKIRAN, A., MARAKLI, S., TEMEL, A., and GOZUKIRMIZI, N., 2013. Genetic and Epigenetic Effects of Salinity on in Vitro Growth of Barley. Genetics and Molecular Biology, 36 (4): 566-570.

DEMİRAL, M. A., 2005. Comparative Response of Two Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars to Salinity. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29 (4): 267-274.

DEMİREL, K., ÇAMOĞLU, G., İNALPULAT, M., KAHRIMAN, F. ve GENÇ, L., 2014. Tuz ve Potasyum Uygulamalarının Mısırın Yaprak Su Durumu ile Bazı Agronomik ve Yansıma Özelliklerine Etkileri. Çanakkale Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, (COMU Journal of Agriculture Faculty), 2 (1): 1-9.

DEVECİ, M. ve TUĞRUL, B., 2017. Ispanakta Tuz Stresinin Yaprak Fizyolojik Özelliklerine Etkisi. Akademik Ziraat Dergisi Cilt:6 Özel Sayı:89-98.

DHAUBHADEL, S., CHAUDHARY, S., DOBINSON, K. F., and KRISHNA, P., 1999. Treatment with 24 Epibrassinolide, a Brassinosteroid, Increases the Basic Thermotolerance of Brassica Napus and Tomato Seedlings. Plant Molecular Biology 40 (2): 333-342.

DHINDSA, R. S., PLUMB-DHINDSA, P., and THORPE, T. A., 1981. Leaf Senescence: Correlated with Increased Levels of Membrane Permeability and Lipid Per Oxidation, and Decreased Levels of Superoxide Dismutase and Catalase. Journal of Experimental Botany, 32(1): 93-101.

DI MARTINO, C., DELFINE, S., PIZZUTO, R., LORETO, F., and FUGGI, A., 2003. Free Amino Acids and Glycine Betaine in Leaf Osmoregulation of Spinach Responding to Increasing Salt Stress. New Phytologist 158 (3): 455-463.

DIVI, U. D., RAHMAN, T., and KRISHNA, P., 2010. Brassinosteroid-Mediated Stress Tolerance in Arabidopsis Shows Interactions with Abscisic Acid, Ethylene and Salicylic Acid Pathways. BMC Plant Biology, 10: 151-165.

DIONISIO-SESE, M. L., and TOBITA, S., 1998. Antioxidant Responses of Rice Seedlings to Salinity Stress. Plant Science, 135 (1): 1-9.

DLUGOKECKA, E., and KACPERSKA-PALACZ, A., 1978. Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. Biologia Plantarum (Prague), 20: 262-267.

DORING, J., and LUDDERS, P., 1986. Effect of Different Salt Treatment on *Punica granatum* at Different Root Temperatures. Gartenbauwissenschaft, 52 (2): 92-96.

DORING, J., and LUDDERS, P., 1987. Influence of Sodium Salts on Na, Cl and SO_4 Content in Leaves, Shoots and Roots of *Punica granatum*. Gartenbauwissenschaft, 52 (1): 26-31.

DUBEY, R. S., 2005. Photosynthesis in Plants under Stressful Conditions. In: Pessarakli, M., et al. Editors. Hand Book Photosynthesis. Second ed. C.R.C. Press, New York, USA, p. 717-718.

DUBEY, R. S., and RANI, M., 1990. Infuence of NaCl Salinity on the Behavior of Protease, Aminopeptidase and Carboxypeptidase in Rice Seedlings in Relation to Salt Tolerance. Australian Journal of Plant Physiology, 17 (2): 215-221.

DURSUN, E., İKİNCİ, A. ve BOLAT, İ., 2019. Türkiye ve Şanlıurfa İlinde Nar Yetiştiriciliğinin Bugünkü Durumu ve Geleceği. 1. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. 08-10 Mart, Şanlıurfa, s. 571-577.

DUVICK, D. N., 1996. Plant Breeding, an Evalutionary Concept. Crop Science, 36 (3): 539-548.

EBERT, G., EBERLE, J., ALI-DINAR, H., and LUDDERS, P., 2002. Ameliorating Effects of $Ca(NO_3)_2$ on Growth, Mineral Uptake and Photosynthesis of NaCl-Stressed Guava Seedlings (*Psidium guajava* L.). Scientia Horticulturae, 93 (2): 125-135.

EKMEKÇİ, E., APAN, M. ve KARA, T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. OMU Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 118-125.

ELHINDI, K. M., EL-HENDAWY, S., ABDEL-SALAM, E., SCHMIDHALTER, U., REHMAN, S.U., and HASSAN, A. A., 2016. Foliar Application of Potassium Nitrate Affects the Growth and Photosynthesis in Coriander (*Coriander sativum* L.) Plants under Salinity. Progress in Nutrition, 18 (1): 63-73.

ERKILIÇ, E. G., 2005. Tuz Stresi Altındaki Biber (*Capsicum annuum* L.) Fidelerinde Salisilik Asitin Prolin Birikimi ve Bazı Fizyolojik Özelliklere Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 120 s.

EPSTEIN, E., 1985. Salt-Tolerant Crops: Origins, Development, and Prospects of the Concept. Plant and Soil, 89: 187-198.

FAN, S., and BLAKE, T., 1994. Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species with Contrasting Ecological Requirements. Physiologia Plantarum, 90 (2): 414-419.

FISARAKIS, I., CHARTZOULAKIS, K., and STAVRAKAS, 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

FLOWERS, T. J., TROKE, P. F., and YEO, A. R., 1977. The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes. Annual Review of Plant Physiology, 28 (1): 89-121.

FLOWER, D. J., and LUDLOW, M. M., 1986. Contribution of Osmotic Adjustment to the Dehydration Tolerance of Water Stressed Pigeon Pea (*Cajanas cajan* (L.) millsp.) Leaves. Plant, Cell and Environment, 9 (1): 33-40.

FLOWERS, T. J., and HAJIBAGHERI, M. A., 2001. Salinity Tolerance in Hordeum Vulgare: ion Concentrations in Root Cells of Cultivars Differing in Salt Tolerance. Plant and Soil, 231 (1): 1-9.

FOUGÈRE, F., LE RUDULIER, D., and STREETER, J. G., 1991. Effects of Salt Stress on Amino Acid, Organic Acid, and Carbohydrate Composition of Roots, Bacteroids, and Cytosol of Alfalfa (Medicago sativa L). Plant Physiology 96 (4): 1228-1236.

FORD, C. W., 1984. Accumulation of Low Molecular Weight Solutes in Water-Stressed Tropical Legumes. Phytochemistry, 23 (5): 1007-1015.

FRICKE, W., LEIGH, R. A., and TOMOS, A. D., 1996. The Intercellular Distribution of Vacuolar Solutes in the Epidermis and Mesophyll of Barley Leaves Changes in Response to NaCl. Journal Experimental Botany, 47 (9): 1413-1426

GADALLAH, M. A. A., 1999. Effects of Proline and Glycinebetaine on Vicia Faba Responses to Salt Stress. Biologia Plantarum, 42 (2): 249-257.

GADALLAH, M. A. A., 2000. Effects of indole-3-Acetic Acid and Zinc on the Growth, Osmotic Potential and Soluble Carbon and Nitrogen Components of

Soybean Plants Growing under Water Deficit. Journal of Arid Environments, 44 (4): 451-467.

GALIBA, G. ve ERDEI, L., 1986. Dependence of Wheat Callus Growth, Differentiation and Mineral Content on Carbohydrate Supply. Plant Science, 45 (1): 65-70.

GARCÍA-SANCHEZ F., JIFON, J. L., CARVAJAL, M., and SYVERTSEN, J. P., 2002. Gas Exchange, Chlorophyll and Nutrient Content in Relation to Na^+ and Cl^- accumulation in 'Sunburst' Mandarin Grafted on Different Rootstock. Plant Science, 162 (5): 705-712.

GARCÍA-LEGAZ, M. F., LOPEZ-GOMEZ, E., BENEYTO, J. M., NAVARR O, A., and SANCHEZ-BLANCO, M. J., 2008: Physiological Behaviour of Loquat and Anger Rootstocks in Relation to Salinity and Calcium Addition. Journal Plant Physiology, 165: 1049-1060.

GARG, N., and PANDEY, R., 2015. Effectiveness of Native and Exotic Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nutrient Uptake and Ion Homeostasis in Salt-Stressed *Cajanus cajan* L. (Millsp.) Genotypes. Mycorrhiza, 25 (3): 165-180.

GERÇEKÇİOĞLU, R., BİLGENER, Ş. ve SOYLU, A., 2014. Genel Meyvecilik (Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları). NOBEL Akademik Yayıncılık, Geliştirilmiş 4. Basım, İstanbul, 498 s.

GHOULAM, C., FOURSY, A., and FORES, K., 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars, Enviromental and Experimental Botany, (1): 39-50.

GILL, K. S., and DUTT, S. K., 1982. Effect of Salinity on Stomatal Number, Size and Opening in Barley Genotypes. Biologia Plantarum, 24 (4): 266-269.

GIMENO, V., SYVERTSEN, J. P., NIEVES, M.,SIMON, I., MARTINEZ, V., and GARCÍA-SANCHEZ, F., 2009. Additional Nitrogen Fertilization Affects Salt Tolerance of Lemon Trees on Different Rootstocks. Scientia Horticulturae, 121 (3): 298-305.

GLENN, D. M., PUTERKA, G. J., DRAKE, S. R., UNRUH, T. R., KNIGHT, A. L., BAHERLE, P., PRADO, E., and BAUGHER, T. A., 2001. Particle Film Aplication Influences Apple Leaf Phyology Fruit Yield and Fruit Quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 126(2): 175-181.

GÓMEZ-CADENAS, A., TADEO, F. R., PRIMO-MILLO, E., and TALON, M., 1998. Involvement of Abscisic Acid and Ethylene in the Responses of Citrus Seedlings to Salt Shock. Physiologia Plantarum, 103 (4): 475-484.

GÓMEZ-CADENAS, A., ARBONA, V., JACAS, J., PRIMO-MILLO, E., and TALON, M., 2002. Abscisic Acid Reduces Leaf Abscission and Increases Salt Tolerance in Citrus Plants. Journal of Plant Growth Regulation. 21: 234-240.

GOOR, A., 1967. The History of Pomegrante in the Holy Land. Economic Botany, 21 (3): 215-230.

GOZLEKCI, S., ERCISLI, S. OKTUREN, F., and SONMEZ, S., 2011. Physico-Chemical Characteristics at Three Development Stages in Pomegranate cv. 'Hicaznar'. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39 (1): 241-245.

GÖZLEKÇİ, Ş., 1997. Hicaznar (*Punica granatum* cv. Hicaznar) Çeşidinin Döllenme, Meyve Gelişimi ve Olgunlaşması Üzerinde Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi,

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Antalya, 155 s.

GRATTAN, S. R., and GRIEVE, C. M., 1992. Mineral Element Acquisition and Growth Response of Plants Grown in Saline Environments. Agriculture, Ecosystems and Environment. 38(4): 275-300.

GRATTAN, S. R., and GRIEVE, C. M., 1999. Salinity-Mineral Nutrient Relations in Horticultural Crops. Scientia Horticulturae, 78 (1-4): 127–157

GREENWAY, H., and MUNNS, R., 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes. Annual Review of Plant Physiology 31:149–190.

GRIEVE, A. M., and WALKER, R. R., 1983. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. Australian Journal of Agricultural Research, 34 (2): 133-143.

GROVE, M. D., SPENCER, G. F., ROHWEDDER, W. K., MANDAVA, N. B., WORLEY, J. F, WARTHEN, J. D., Jr., STEFFENS, G. L., FLIPPEN–ANDERSON, J. L., and COOK, J.C., Jr., 1979. Brassinolide, a Plant Growth Promoting Steroid Isolated From *Brassica napus* Pollen. Nature, 281 (5728): 216-217.

GUCCI, R., LOMBARDINI, L., and 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.

GÜLER, A. ve YILDIRIM, F., 2016. Farklı Bölgelerde Yetişen Hicaznar (*Punica granatum* L.) Meyvelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (1): 54-62

GÜNGÖR, Y. ve ERÖZEL, Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s

GRATTAN, S. R., and GRIEVE, C. M., 1999. Salinity-Mineral Nutrient Relations in Horticultural Crops. Scientia Horticulture, 78 (1-4): 127–157.

HAJER, A. S., MALIBARI, A. A., AL-ZAHRANI, H. S., and ALMAGHRABI O. A., 2006. Responses of Three Tomato Cultivars to Sea Water Salinity 1. Effect of Salinity on the Seedling Growth. African Journal of Biotechnology, 5 (10): 855-861.

HANSEN, E. H., and MUNNS, D. N., 1988. Effect of $CaSO_4$ and NaCl on Mineral Content of *Leucaena leucocephala*. Plant Soil, 107 (1): 101-105.

HARE, P. D., and CRESS, W. A., 1997. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. Plant Growth Regulation, 21 (2): 79-102.

HASANUZZAMAN, M., HOSSAIN, M. A., DA SILVA, J. A. T., and FUJITA, M., 2011. Plant Response and Tolerance to Abiotic Oxidative Stress: Antioxidant Defense Is a Key Factor. In: Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies, Venkateswarlu B., A. Shanker, C. Shanker and M. Maheswari (Eds.)., Springer, Netherlands, pp: 261-315.

HASANUZZAMAN, M., NAHAR, K., and FUJITA, M., 2012. Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages. Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress, Ahmad P., M. Azooz and M. Prasad (Eds.)., Springer, New York, pp. 25-87.

HAYAT, S., ALI, B., HASAN, S. A., and AHMAD, A., 2007. Brassinosteroid Enhanced the Level of Antioxidants under Cadmium Stress in *Brassica juncea*. Environmental and Experimental Botany. 60 (1): 33-41.

HAYAT, S., HASAN, S. A., HAYAT, Q., and AHMAD, A., 2010. Brassinosteroids Protect *Lycopersicon esculentum* from Cadmium Toxicity Applied as Shotgun Approach. Protoplasma, 239 (1-4): 3-14.

HAYAT, S., HASAN, S. A., YUSUF, M., HAYAT, Q., and AHMAD, A., 2010. Effect of 28 Homobrassinolide on Photosynthesis, Fluorescence and Antioxidant System in the Presence or Absence of Salinity and Temperature in Vigna Radiata. Environmental and Experimental Botany 69: 105-112.

HAYAT, S., MAHESHWARI, P., WANI, A.S., IRFAN, M., ALYEMENI, M.N., and AHMAD, A., 2012. Comparative Effect of 28 Homobrassinolide and Salicylic Acid in the Amelioration of NaCl Stress in *Brassica juncea* L. Plant Physiology and Biochemistry, 53, 61-68.

HAYAT, S., ALYEMENI, M. A., and HASAN, S. A., 2012. Foliar Spray of Brassinosteroid Enhances Yield and Quality of Solanum lycopersicum under Cadmium Stress. Saudi Journal of Biological Sciences, 19: 325–335.

HAYWARD, H. E., and BERNSTEIN, L., 1958. Plant-Growth Relationships on salt-affected soils. The Botanical Review, 24: 584-635.

HEATH, R. L., and PACKER, L., 1968. Photoperoxidation in Isolated Chloroplast. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125 (1): 189-198.

HEPAKSOY, S., BEN-ASHER, J., MOLACH, Y., DAVID, I., SAGIH, M., and BRAVDO, B., 2006. Grapevine Irrigation with Saline Water: Effect of Rootstocks on Quality and Yield of Cabernet Sauvignon. Journal of Plant Nutrition. 29 (5): 783-795.

HILGENBERG, T., and AYUB, R. A., 2014. Evaluation of Brassinosteroids in Dormancy Break and in Growth of Branches of Apple Tree (*Malus domestica*). Revista Ambiência, 10 (2): 625-630.

HOJJATNOOGHI, F., MOZAFARI, V., TAJABADIPOUR, A. ve HOKMABADI, H., 2014. Effects of Salinity and Calcium on the Growth and Chemical Composition of Pistachio Seedlings. Journal of Plant Nutrition, 37 (6): 928-941.

HOUIMLI, S. I. M., DENDEN, M., and EL HADJ, S. B., 2008: Induction of Salt Tolerance in Pepper (*Capsicum annuum*) by 24-epibrassinolide. EurAsian Journal of BioSciences, 2 (1): 83-90.

HUANG, B., CHU, C. H., CHEN, S. L., JUAN, H. F., and CHEN, Y. M., 2006. A Proteomics Study of the Mung Bean Epicotyl Regulated by Brassinosteroids under Conditions of Chilling Stress. Cellular and Molecular Biology Letters 11: 264-278.

HUSSAIN, G., AL-JALOUD, A. A., AL-SHAMMARY, S. A., KARIMULLA, S., and SAL-ASWAD, S. O., 1997. Effect of Saline Irrigation Germination and Growth Garameterd of Barley (*Hordeum vulgare* L.) in a Pot Experiment. Agricultural Water Management, 34 (2): 125-135.

IGLESIAS, D. J., LEVY, Y., GOMEZ-CADENAS, A., TADEO, F. R., PRIMO-MILLO, E., and TALON, M., 2004. Nitrate Improves Growth in Salt-Stressed Citrus Seedlings Through Effects on Photosynthetic Activity and Chloride Accumulation. Tree Physiology, 24 (9): 1027-1034.

ILCI, F., ACAR, I., and AK, B. E., 2016. Salt Resistance of 'Uzun' and 'Siirt' Pistachio Seedlings. ISHS Acta Horticulturae 1139, 2: 393-398.

İKİNCİ, A., 2007. Nar Yetiştiriciliği. Tarım Türk, Türkiye' nin Tarım ve Hayvancılık Dergisi, Sayı: 7, Yıl: 2, s:12-16.

İŞÇİ, B. ve GÖKBAYRAK, Z., 2014. Brassinosteroidlerin Trakya İlkeren (*Vitis vinifera* L.) Sofralık Üzüm Çeşidinin Verim ve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (1): 13-17.

JAIN, B. L., and DASS, H. C., 1988. Effect of Saline Water on Pomegranate of Sapling of Jujube (*Zizyphus mauritiana*), Indian Cherry (*Cordia dichotoma* var. wallichi) and Pomegranate (*Punica granatum*) at Nursery Stage. Indian Journal of Agricultural Sciences, 58 (5): 420-421.

JIN, S. H., LI, X. Q., WANG, G. G., and ZHU, X. T., 2015. Brassinosteroids Alleviate High-Temperature Injury in Ficus Concinna Seedlings Via Maintaining Higher Antioxidant Defence and Glyoxalase Systems. AoB Plants 7: 1-12.

KACAR, B. ve İNAL, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Yayın No: 1241, Fen Bilimleri, 892. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 892 s.

KAHRAMANOĞLU, İ., 2019. Trends in Pomegranate Sector: Production, Postharvest Handling and Marketing. International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences, 3(2): 239-246.

KAMIAB, F., TALAIE, A., KHEZRI, M., and JAVANSHAH, A., 2013. Exogenous application of free polyamines enhance salt tolerance of pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. Plant Growth Regulation, 72 (3): 257-268.

KANBER, R., ÇULLU, M. A., KENDİRLİ, B., ANTEPLİ, S. ve YILMAZ, N., 2020. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. www.botes.com.tr.

KANG Y. Y., and GUO S. R., 2011. Role of Brassinosteroids on Horticultural Crops. In: Hayat, S., and Ahmad, A. (Eds.) Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone, Springer, New York, pp. 269-288.

KAPLAN, U., and GOKBAYRAK, Z., 2012. Effect of 22(S), 23(S)-Homobrassinolide on Adventitious Root Formation in Grape Rootstocks. South African Journal of Enology and Viticulture, 33 (2): 253-256.

KARANLIK, S., 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Adana, 123 s.

KARLIDAĞ, H., YILDIRIM, E. ve TURAN, M., 2011. Role of 24-Epibrassinolide in Mitigating the Adverse Effects of Salt Stress on Stomatal Conductance, Membrane Permeability, and Leaf Water Content, Ionic Composition in Salt Stressed Strawberry (*Fragaria* X *Ananassa*). Scientia Horticulturae, 130, 133-140

KARTAL, G., TEMEL, A., ARICAN, E., and GOZUKIRMIZI, N., 2009. Effects of Brassinosteroids on Barley Root Growth, Antioxidant System and Cell Division. Plant Growth Regulation, 58: 261-267.

KARIMI, S., RAHEMI, M., MAFTOUN, M., and TAVALLALI, V., 2009. Effects of Longterm Salinity on Growth and Performance of Two Pistachio (*Pistacia vera* L.) Rootstocks. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3 (3): 1630-1639

KARIMI, H. R., and HASANPOUR, Z., 2014. Effects of Salinity and Water Stress on Growth and Macro Nutrients Concentration of Pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Plant Nutrition, 37 (12): 1937-1951.

KASIRGA, E., 2009. Tuzluluğun Gemlik Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidine Etkilerinin İncelenmesi Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 53 s.

KAVI KISHOR, P. B., SANGAM, S., AMRUTHA, R. N., LAXMI, P. S., NAIDU, RAO K. R. S. S., RAO, S., REDDY, K. J., THERIAPPAN, P., and SREENIVASULU, N., 2005. Regulation of Proline Biosynthesis, Degradation, Uptake and Transport in Higher Plants: Its Implications in Plant Growth and Abiotic Stress Tolerance. Current Science 88 (3): 424-438.

KAYA, C., KIRNAK, H., and HIGGS, D., 2001. An Experiment to Investigate the Ameliorative Effects of Foliar Potassium Phosphate Sprays on Salt-Stressed Strawberry Plants. Australian Journal of Agricultural Research, 52 (10): 995-1000.

KAYA, C., AK, B. E., HIGGS, D., and AMADOR, B. M., 2002. Influence of Foliar-Applied Calcium Nitrate on Strawberry Plants Grown under Salt-Stressed Conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture, 42 (5): 631-636.

KAYA, C., HIGGS, D., and IKINCI, A., 2002. An Experiment to Investigate Ameliorative Effects of Potassium Sulphate on Salt and Alkalinity Stressed Vegetable Crops. Journal of Plant Nutrition 25 (11): 2545-2558.

KAYA, C., and HIGGS, D., 2003. Supplementary Potassium Nitrate Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants. Journal of Plant Nutrition, 26 (7): 1367-1382.

KAYA, C., AK, B. E., and HIGGS, D., 2003. Response of Salt-Stressed Strawberry Plants to Supplementary Calcium Nitrate and/or Potassium Nitrate. Journal of Plant Nutrition. Vol. 26 (3): 543-560.

KAYA, C., and TUNA, A. L., 2005. The Role and Importance of Potassium in the Plant Grown under Salt Stress. Int. Potash Institute. Optimizing Crop Nutrition, Potassium in Soil, Plant and Agro Ecosystem.

KAYA, C., SONMEZ, O., AYDEMIR, S., and DIKILITAS, M., 2013. Mitigation Effects of Glycinebetaine on Oxidative Stress and Some Key Growth Parameters of Maize Exposed to Salt Stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37 (2): 188-194

KELES Y., and I. ONCEL., 2002. Response of Antioxidative Defense System to Temperature and Water Stress Combinations in Wheat Seedlings. Plant Science. 163 (4): 783-790.

KHAYYAT, M., TEHRANIFAR, A., DAVARYNEJAD, G. H., and SAYYARI-ZAHANAHAN, M. H., 2014. Vegetative Growth, Compatible Solute Accumulation, Ion Partitioning and Chlorophyll Fluorescence of 'Malas-E-Saveh' and 'Shishe-Kab' Pomegranates in Response to Salinity Stress. Photosynthetica, 52 (2): 301-312.

KHOSHBAKHT, D., GHORBANI, A., BANINASAB, B., NASERI, L. A., and MIRZAEI, M., 2014. Effects of Supplementary Potassium Nitrate on Growth and Gas-Exchange Characteristics of Salt-Stressed Citrus Seedlings. Photosynthetica, 52 (4): 589-596.

KHOSHGOFTARMANESH, A. H., and NAEINI, M. R., 2008. Salinity Effect on Concentration, Uptake, and Relative Translocation of Mineral Nutrients in Four Olive Cultivars. Journal of Plant Nutrition, 31 (7): 1243-1256.

KILIÇ, C. C. ve ANAÇ, D., 2005. Tuz Stresindeki Satsuma Mandarinlerinin Fizyolojik Özellikleri ile Potasyumlu Gübreleme İlişkisi. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi. Ege Üniversitesi 50. Yıl Kampüs Dışı Etkinlikleri, 3-4 Ekim, Eskişehir, s 188-195.

KINNERSLEY, A. M., and TURANO, F. J., 2000. Gamma Aminobutyric Acid (GABA) and Plant Responses to Stress. Critical Reviews in Plant Sciences, 19 (6): 479-509.

KOÇ, S., 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi.Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 87 s.

KURT, H. ve ŞAHİN, G., 2013. Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar (*Punica granatum* L.) Tarımı. Marmara Coğrafya Dergisi, 0 (27): 551-574.

KUŞVURAN, Ş., KÜÇÜKKÖMÜRCÜ, S., DAŞGAN, H. Y. ve ABAK, K., 2009. Relationships Between Drought Tolerance and Stomata Density in Melon. The 4th International Cucurbitaceae Symposium, 20-24 Eylül, China.

KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğ atoleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 359 s.

KÜÇÜKYUMUK, C., YILDIZ, H. ve ÜNLÜKARA, A., 2014. Tuz Stresinin Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Kirazın Vejetatif Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1: 154-161.

LARCHER, W., 1995. Physiological Plant Ecology. Springer, Berlin, 506p.

LEOPOLD, A. C., and WILLING, R. P., 1984. Evidence For Toxicity Effects of Salt on Membranes. in: R. C. Staples, and G. H. Toenniessen (Eds) Salinity Tolerance in Plants, Strategies For Crop Lmprovement. pp 67-76 A Wiley-Interscience Publication, Toronto, Singapore.

LEVITT, J., 1972. Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York, 345 p.

LEVY, Y., RAVEH, E., and LIFSHITZ, J., 2000. The Effect of Rootstock and Nutrition on the Response of Grapefruit Trees to Salinity. Proc. Intl. Soc. Citricult. 1: 334-337.

LI, Y. H., LIU, Y. J., XU, X. L., JIN, M., AN, L. Z., and ZHANG, H., 2012a. Effect of 24-Epibrassinolide on Drought Stress-Induced Changes in Chorispora Ungeana. Biologia Plantarum 56 (1): 192-196.

LI, C., WANG, P., WEI, Z., LIANG, D., LIU, C., YIN, L., JIA, D., FU, M., and MA, F., 2012b. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis* Journal of Pineal Research, 53 (3): 298-306.

LIN, C. C., and KAO, C. J., 1996. Proline Accumulation is Associated with Inhibition of Rice Seedling Root Growth Caused By Nacl. Plant Science, 114 (2): 121-128.

LITIFI, A., BEEK, J. G., and VAN DE BEEK, J. G., 1992. Capsicum Newsletter. Special Issue, 51-56, EUCARPIA VIIIth. Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Egg Plan 3633t, Rome, Italy.

LIU, H., GUO, T., ZHU, Y., WANG, C., and KANG, G., 2006. Effects of Epibrassinolide (Epi-BR) Application at Anthesis on Starch Accumulation and Activities of Key Enzymes in Wheat Grains. Acta Agronomica Sinica, 32: 924-30.

LIU, J., GAO, H., WANG, X., ZHENG, Q., WANG, C., WANG, X., and WANG, Q., 2014. Effects of 24-Epibrassinolide on Plant Growth, Osmotic Regulation and Ion Homeostasis of Salt Stressed Canola. Plant Biology, 16 (2): 440-450.

LUTTS, S., KINET, J. M., and BOUHARMONT, J., 1996. Effects of Salt Stress on Growth, Mineral Nutrition and Proline Accumulation in Relation to Osmotic

Adjustment in Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. Plant Growth Regulation. 19: 207-218.
MAAS, E. V., 1993. Salinity and Citriculture. Tree Physiology. 12(2): 195-216.
MAATHUIS, F. J. M., and AMTMANN, A., 1999. K^+ Nutrition and Na^+ Toxicity: The Basis of Cellular K^+/Na^+ Ratios. Annals of Botany, 84 (2): 123-133
MANAA, A., GHARBI, E., MIMOUNI, H., WASTI, S., ASCHI-SMITI, S., LUTTS, S., and BEN-AHMED, H., 2014. Simultaneous Application of Salicylic Acid and Calcium Improves Salt Tolerance in Two Contrasting Tomato (*Solanum lycopersicum*) Cultivars. South African Journal of Botany, 95: 32-39.
MANSFIELD, T. A., HETHERINGTON, A. M., and ATKINSON, C. J., 1990. Some Current aspects of stomatal physiology. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 41 (1): 55-75.
MANSOUR, M. M. F., and SALAMA, K. H. A., 2004. Cellular Basis of Salinity Tolerance in Plants. Environmental and Experimental Botany, 52 (2): 113-122.
MARAKLI, S., TEMEL, A., and GOZUKIRMIZI, N., 2014. Salt Stress and Homobrassinosteroid Interactions During Germination in Barley Roots. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 42 (2): 446-452.
MARAKLI, S. ve GOZUKIRMIZI, N., 2016. Abiotic and Biotic Stress-Recent Advances and Future Perspectives, Abiotic Stress Alleviation with Brassinosteroids in Plant Roots, Edt:Arun Shanker and Chitra Shanker. Chapter 16, pp. 373-395.
MARSCHNER H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition. Academic Press, New York, USA, 672 p.
MARTINEZ-BALLESTA, M. C., MARTINEZ, V., and CARVAJAL, M., 2004. Osmotic Adjustment, Water Relations and Gas Exchange in Pepper Plants Grown under NaCl or KCl. Environmental and Experimental Botany, 52 (2): 161-174.
MAZORRA, L. M., NÚÑEZ, M., HECHAVARRIA, M., COLL, F., and SÁNCHEZ-BLANCO, M. J., 2002. Influence of Brassinosteroids on Antioxidant Enzymes Activity in Tomato under Different Temperatures. Biologia Plantarum 45 (4): 593-596.
MEUDT, W. J., THOMPSON, M. T., and BENNETT, H. W., 1983. Investigations on mechanism of the brassinosteroid response. III. Techniques for potential enhancement of crop production. In: Proceedings of the 10th Annual Meeting of the Plant Growth Regulators Society of America, Madison, USA, 10: 312–318.
MOHAMMAD, M., SHIBLI, R., AJLOUNI, M., and 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.
MUNDREE, S. G., BAKER, B., MOWLA, S., PETERS, S., MARAIS, S., VANDER, WILLIGEN, C., GOVENDER, K., MAREDZA, A., MUYANGA, S., FARRAN, J. M., and THOMSON, J. A., 2002. Physiological and Molecular Insights into Drought Tolerance. African Journal of Biotechnology, 1 (2): 28-38.
MUNNS, R., 2002: Comparative Physiology of Salt and Water Stress. Plant Cell and Environment. 25 (2): 239-250.
MUNNS, R., and TESTER, M., 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59:651-681.

MURGUIA, J. R, BELLES, J. M., and SERRANO, R., 1995. A Salt-Sensitive 3'(2'),5'-Bisphosphate Nucleotidase Involved in Sulfate Activation. Science, 267 (5195): 232-4

MURILLO-AMADOR, B., JONES, H. G., and KAYA, C., AGUILAR, R. L., GARCIA-HERNANDEZ, J. L., TROYO-DI, E., AVILA-SERRANO, N. Y., and RUEDA-PUENTE, E., 2006. Effects of Foliar Application of Calcium Nitrate on Growth and Physiological Attributes of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Grown under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany. 58:188-196.

MÜFTÜOĞLU, N. M., DARDENİZ, A., SUNGUR, A. ve ALTAY, H., 2006. Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Tuza Toleranslarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (40): 37-42.

NAEINI, M. R., KHOSHGOFTARMANESH, A. H., LESSANI, H., and FALLAHI, E., 2004. Effects of Sodium Chloride-Induced Salinity on Mineral Nutrients and Soluble Sugars in Three Commercial Cultivars of Pomegranate. Journal of Plant Nutrition, 27 (8): 1319–1326.

NAEINI, M. R., KHOSHGOFTARMANESH, A. H., and FALLAHI, E., 2006. Partitioning of Chlorine, Sodium, and Potassium and Shoot Growth of Three Pomegranate Cultivars under Different Levels of Salinity. Journal of Plant Nutrition, 29 (10): 1835-1843.

NAKAYA, M., TSUKAYA, H., MURAKAMI, N., and KATO, M., 2002. Brassinosteroids Control the Proliferation of Leaf Cells of Arabidopsis Thaliana. Plant and Cell Physiology. 43 (2): 239-244.

NEOCLEOUS, D., and VASILAKAKIS, M., 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. 'Autumn Bliss'). Scientia Horticulturae, 112 (3): 282-289.

NIKNAM. S. R., and McCOMB, J., 2000. Salt Tolerance Screening of Selected Australian Woody Species-A Review. Forest Ecology Management, 139 (1): 1-19.

NISHIHARA, E., KONDO, K., MASUD PARVEZ, M., TAKAHASHI, K., WATANABE, K and TANAKA, K., 2003. Role of 5-aminolevulinic acid (ALA) on active oxygen-scavenging system in NaCl-treated spinach (*Spinacia oleracea*). Journal of Plant Physiology. 160(9): 1085-1091.

NOLTE, K. D., HANSON, A. D., and GAGE, D. A., 1997. Proline Accumulation and Methylation to Proline-Betaine in Citrus: Implications for Genetic Engineering of Stress Resistance. Journal of the American Society for Horticultural Science, 122 (1): 8-13.

OĞUZ, H. İ., UKAV, İ. ve EROĞLU, D., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Nar (*Punica granatum* L.) Üretimi ve Pazarlanması. GAP VI. Tarım Kongresi, 09-12 Mayıs, Şanlıurfa, s. 108-112.

OKHOVATIAN-ARDAKANI, A. R., MEHRABANIAN, M., DEHGHANI, F., and AKBARZADEH, A., 2010. Salt Tolerance Evaluation and Relative Comparison in Cuttings of Different Pomegranate Cultivars. Plant Soil Environ, 56 (4): 176-185

ONUR, C., 1982. Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. Çukurova Ünviversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 126 s.

ONUR, C. 1988. Nar. Derim Özel Sayı, Narenciye Araştırma Enstitüsü Yayını, Antalya, 47s.

ÖZDEN, A., AK. B. E. ve ÖZDEN, M., 2017. Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21 (2): 164-176.

ÖZGÜVEN, A. I., ÇETİNER, S., AK, B. E. ve YILMAZ, C., 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar (II. Araştırma Dilimi). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 192, GAP Yayınları No: 112 Adana, 29 s.

ÖZGÜVEN, A. I., YILMAZ, C., YILMAZ, M., İMRAK, B. ve DİKKAYA, Y. R., 2015. Nar Yetiştiriciliği. Kıbrıs Ekolojik Koşullarında Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu. TAGEP Proje No.: 5.2.2.3 Okman Printing Ltd. 27 s.

ÖZYURT, İ. K. ve AKÇA, Y., 2017. Mahlep Anaçlarında Kuraklık Stresinin Stoma ve Diğer Morfolojik Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (Ek Sayı), 34-40.

PAGE, M. J., and CERA, E. D., 2006. Role of Na^+ and K^+ in Enzyme Function Physiological Reviews, 86 (4): 1049-1092.

PARIDA, A. K., and DAS, A. B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60 (3): 324–349

PARVAIZ, A., and SATYAWATI, S., 2008. Salt Stress and Phyto-Biochemical Responses of Plants-A Review. Plant, Soil and Environment,54 (3): 88-99.

PATIL, V.K., and WAGHMARE, P.R., 1982. Salinity Tolerance of Pomegranate. Journal Maharashtra Agricultural University, 7 (3): 268-269.

PEREIRA-NETTO, A. B., CRUZ-SILVA, C. T. A., SCHAEFER, S., RAMI'REZ, J. A., and GALAGOVSKY, L. R., 2006. Brassinosteroid-Stimulated Branch Elongation in the Marubakaido Apple Rootstock. Trees: Structure and Function 20 (3): 286-291.

PEREIRA-NETTO, A. B., ROESSNER, U., FUJIOKA, S., BACIC, A., ASAMI, T., YOSHIDA, S., and CLOUSE, S. D., 2009. Shooting Control by Brassinosteroids: Metabolomic Analysis and Effect of Brassinazole on Malus Prunifolia, the Marubakaido Apple Rootstock. Tree Physiology 29 (4): 607-620.

PEREZ ALFOCEA, F., ESTAÑ, M. T., M. CARO, M., and BOLARÍN, M. C., 1993. Response of Tomato Cultivars to Salinity. Plant and Soil, 150: 203-211.

PETTIGREW, W.T., and MEREDITH, W. R., 1994. Leaf Gas Exchange Parameters Vary Among Cotton Genotypes. Crop Science, 34 (3): 700-705

QADÝR, M., GHAFOOR, A., and MURTAZA, G., 2000. Amelioration strategies for saline soils: a review. Land Degradation and Development, 11 (6): 501-521.

QU, T., LIU, R., WANGW, A. N. L., CHEN, T., LIU, G., and ZHAO, Z., 2011. Brassinosteroids Regulate Pectin Methylesterase Activity and AtPME41 Expression in Arabidopsis under Chilling Stress. Cryobiology, 63 (2): 111-117.

RADY, M. M., 2011. Effect of 24-Homobrassinolide on Growth, Yield, Antioxidant System and Cadmium Content of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants under Salinity and Cadmium Stress. Scientia Horticulturae, 129 (2): 232-237.

RAHEV, E., and LEVY, Y., 2009. Effect of KNO_3 Fertilization and Rootstock on Grapefruit Response to Reclaimed, Salinized Water. Israel Journal of Plant Sciences, 59 (2-4): 177-186.

RAO, R. S. S., VARDHINI, B. V., SUJATHA, E., and ANURADHA, S., 2002. Brassinosteroids-a New Class of Phytohormones. Current Science. 82 (10): 1239-1245.

RASCHKE, K., 1976. How Stomata Resolve the Dilemma of Opposing Priorties. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences A Discussion on Water Relations of Plants, 273 (927): 551-560.

RAVINDRAN, K. C., VENKATESAN, K., BALAKRISHNAN, V., CHELLAPAN, K. P., and THANGAVEL, B., 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. Soil Biology and Biochemistry, 39 (10): 2661-2664.

RICHARDS L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils, U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 60, Washington, D.C. USA., 160s.

REDDY, M .P., and VORA, A. B., 1986. Changes in Pigment Composition, Hill Reaction Activity and Saccharide Metabolism in Bajra (*Pennisetum typhoides* S&H) Leaves under NaCl Salinity. Photosynthetica, 20 (1): 50-55.

RENGEL, Z., 1992. The Role of Calcium in Salt Toxicity. Plant, Cell Environment, 15 (6): 625-632, 1992.

ROBINSON, S. P., DOWNTON, W. J. S., and MILLHOUSE, J. A., 1983. Photosynthesis and Ion Content of Leaves and Isolated Chloroplasts in Relation to Ionic Compartmentation in Leaves. Agricultural and Biochemistry and Biology, 228:197-206.

ROGHABADI, M. A., and PAKKISH, Z., 2014. Role of Brassinosteroid on Yield, Fruit Quality and Postharvest Storage of 'Tak Danehe Mashhad' Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). Agricultural Communications, 2(4): 49-56.

RODRÍGUEZ, P., A., TORRECILLAS, A., MORALES, M. A., ORTUÑO, M. F., and SÁNCHEZ-BLANCO, M. J., 2005: Effects of NaCl Salinity and Water Stress on Growth and Leaf Water Relations of *Asteriscus maritimus* Plants. Environmental and Experimental Botany, 53 (2): 113-123.

ROMERO-ARANDA, R., MOYA, J. L., TADEO, F. R., LEGAZ, F., PRIMO-MILLO, E., and TALON, M., 1998. Physiological and Anatomical Disturbances Induced by Chloride Salts in Sensitive and Tolerant Citrus: Beneficial and Detrimental Effects of Cations. Plant, Cell and Environment, 21 (12): 1243-1253.

RUDOPLH, A. S., CROWE, J. H., and CROWE, L. M., 1986. Effects of Three Stabilizing Agents-Proline, Betaine and Trehalose-on Membrane Phospholipids. Archives of Biochemistry Biophysics, 245 (1): 134-143

SABATER, B., and RODRIGUEZ, M. T., 1978. Control of Chlorophyll Degradation in Detached Leaves of Barley and Oat Through Effect of Kinetin on Chlorophyllase. Physiologia Plantarum, 43 (3): 274-276.

SADEGHI, F., and SHEKAFANDEH, A., 2014, Effect of 24-Epibrassinolide on Salinity-Induced Changes in Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Journal of Applied Botany and Food Quality 87, 182 – 189.

SAIRAM, R. K., and SAXENA, D. C., 2000. Oxidative Stress and Antioxidants in Wheat Genotypes, Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science, 184 (1): 55-61.

SAIRAM, R. K., and TYAGI, A., 2004. Physiology and Molecular Biology of Salinity Stress Tolerance in Plants. Current Science, 86 (3): 407-421.

SAJYAD, M. S., 1986. Evaluation of Wheat Germplasm for Salt Tolerance. Rachis 5(1): 28- 31.

SAKA, H., FUJII, S., IMAKAWA, A. M., KATO, N., WATANABE, S., NISHIZAWA, T., and YONEKAWA, S., 2003. Effect of Brassinolide Applied

at the Meiosis and Flowering Stages on the Levels of Endogenous Plant Hormones During Grain-Filling in Rice Plant (*Oryza sativa* L.). Plant Production Science, 6 (1): 36-42.

SALIN, M. L., 1987. Toxic Oxygen Species and Protective System of the Chloroplast. Physiologia Plantarum, 72 (3): 681-689.

SALISBURY, F. B., and ROSS, C. W., 1992. Plant Physiology. 4th edition. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 682 p.

SÁNCHEZ, F.J., ANDRES, E.F., TENORIO, J.L., and AYERBE, L., 2004. Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjectedto Water Stres. Field Crops Research, 86 (1): 81-90.

SASSE, J. M., 2003. Physiological Actions of Brassinosteroids: An Update. Journal of Plant Growth Regulation 22 (4): 276-288.

SCHACHTMAN, D. P., 2000. Molecular Insights into the Structure and Function of Plant K^+ Transport Mechanisms. Biochimica Et Biophysica Acta, 1465: 127-139.

SCHROEDER, J. I., WARD, J. M., and GASSMANN, W., 1994: Perspectives on the Physiology and Structure of Inward-Rectifying K^+ Channels in Higher Plant: Biophysical Implications for K^+ Uptake. Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure, 23: 441-471.

SCHWARZ, M., 1995. Soilless Culture Management. Advanced Series in Agricultural Sciences, Vol. 24, 197 p.

SEMİZ, D., 2020. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. acikders.ankara.edu.tr.

SENARATNA, T., TOUCHELL, D., BUNN, E., and DIXON, K., 2000. Acetyl Salicylic Acid (Aspirin) and Salicylic Acid Induce Multiple Stress Tolerance in Bean and Tomato Plants. Plant Growth Regulation, 30 (2): 157-161.

SEPASKHAH, A. R., and MAFTOUN, M., 1988. Relative Salt Tolerance of Pistachio Cultivars. Journal of Horticultural Science, 63 (1): 157-162

SHABALA, S., SCHIMANSKI, L. J., KOUTOULIS, A., 2002. Heterogeneity in Bean Leaf Mesophyll Tissue and Ion Flux Profiles: Leaf Electrophysiological Characteristics Correlate with the Anatomical Structure. Annals of Botany, 89 (2): 221-226.

SHABALA, S., SHABALA, L., and VAN VOLKENBURGH, E., 2003. Effect of Calcium on Root Development and Root Ion Fluxes in Salinised Barley Seedlings. Functional Plant Biology, 30 (5): 507-514.

SHAHBAZ, M., and ASHRAF, M., 2007. Influence of Exogenous Application of Brassinosteroid on Growth and Mineral Nutrients of Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Saline Conditions, Pakistan Journal of Botany, 39 (2): 513-522.

SHANG, Q., SONG, S., ZHANG, Z., and GUO, S., 2006. Exogenous Brassinosteroid Induced the Salt Resistance of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings. Scientia Agricultura Sinica 39 (9): 1872-1877.

SHANNON, M.C., 1978. Testing Salt Tolerance Variability Among Tall Wheatgrass Lines[1]. Agronomy Journal, 70 (5): 719-722.

SHARMA, D. P., 1980. Effect of Using Salinty Water to Supplement Canal Water Irrigation on the Crop Growth of Rice. Curr. Agr. 4: 79-82.

SHARMA, D. K., DUBEY, A. K., SRIVASTAV, M., SINGH, A. K., SAIRAM, R. K., PANDEY, R. N., DAHUJA, A., and KAUR, C., 2011. Effect of Putrescine and Paclobutrazol on Growth, Physiochemical Parameters, and Nutrient

Acquisition of Salt-Sensitive Citrus Rootstock *Karna khatta* (*Citrus karna* Raf.) under NaCl Stress. Journal Plant Growth Regulation, 30: 301-311

SHI Q, BAO Z, ZHU Z, YING Q, and QIAN Q.,2006. Effects of Different Treatments of Salicylic Acid on Heat Tolerance, Chlorophyll Fluorescence, and Antioxidant Enzyme Activity in Seedlings of *Cucumis sativa* L. Plant Growth Regulation, 48 (2): 127-135.

SILVA, J. A. T., RANA, T. S., NARZARY, D., VERNA, E. N., MESHRAM, D.T., and RANADE, S. A., 2013. Pomegranate Biology and Biotechnology: A Review, Scientia Horticulturae. 160 (2): 85-107.

SILVA-ORTEGA, C. O., OCHOA-ALFARO, A. E., REYES-AGUERO, J. A., AGUADO-SANTACRUZ, G. A., and JIMÉNEZ-BREMONT, J. F., 2008. Salt Stress Increases the Expression of P5CS Gene and Induces Proline Accumulation in Cactus Pear. Plant Physiology and Biochemistry, 46 (1): 82-92.

SILVEIRA, J. A. G., MELO, A. R. B., VIÉGAS, R. A., and OLIVEIRA, J. T. A., 2001. Salinity-Induced Effects on Nitrogen Assimilation Related to Growth in Cowpea Plants. Environmental and Experimental Botany, 46 (2): 171-179

SINGH, T. N., ASPINALL, D., and PALEG, L. G., 1972. Proline Accumulation and Varietal Adaptability to Drought in Barley: A Potential Metabolic Measure of Drought Resistance. Nature: New Biology, 236 (67): 188-190.

SİVRİTEPE, N., 2000. Asmalarda Tuzdan Kaynaklanan Ozmatik Stresin Teşvik Ettiği Fizyolojik Değişimler ve Tuza Dayanımdaki Rolleri. Turkish Journal of Biology, 24: 97-104.

SLATHIA, S., SHARMA, A., and CHOUDHARY, S. P., 2012. Influence of Exogenously Applied Epibrassinolide and Putrescine on Protein Content, Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Lycopersicon Esculentum under Salinity Stress. American Journal of Plant Sciences, 3 (3): 714-720.

SONG, S., LIU ,W., GUO, S., SHANG, Q., and ZHANG, Z., 2006. Salt Resistanceand its Mechanism of Cucumber under Effects of Exogenous Chemical Activator. The Journal of Applied Ecology, 17 (10): 1871-1876.

SÖNMEZ, B., 2004. Türkiye'de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, Ankara, s.157-162.

SREENIVASULU, N., GRIMM, B., WOBUS, U., and WESCHKE, W., 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Seedlings of Foxtail Millet (*Setaria italica*). Physiologia Plantarum, 109 (4): 435-442.

SRINIVAS, V., and BALASUBRAMANIAN, D., 1995. Proline is a Protein Compatible Hydrotope. Langmuir, 11 (7): 2830-2833.

STEBER, C. M., and McCOURT, P., 2001. A Role for Brassinosteroids in Germination in Arabidopsis. Plant Physiology 125 (2): 763-769.

STEWART, C. R., MORRIS, C. J., and THOMPSON, J. F., 1966. Changes in Amino Acid Content of Excised Leaves During Incubation II. Role of Sugar in the Accumulation of Proline in Wilted Leaves. Plant Physiology, 41 (10): 1585-1590.

STEWART, G. R., and LEE, J. A., 1974. The Role of Proline Accumulation in Halophytes. Planta, 120 (3): 279-289.

STREB, P., and FEIRABEND, J., 1996. Oxidative Stress Responses Accompanying Photoinactivation of Catalase in NaCl-Treated Rye Leaves. Botanica Acta, 109 (2): 125-132

SUAREZ, D. L., and GRIEVE, C. M., 1988. Prediction Cation Ratios in Corn From Saline Solution Composition. Journal of Experimental Botany, 39 (5): 605–612.

SUDHIR, P., and MURTHY, S. D. S., 2004. Effects of Salt Stress on Basic Processes of Photosynthesis. Photosynthetica, 42 (4):481–486.

SUHAYDA, G. G., REDMANN, R. E, HARVEY, B. L., and CIPYWNYK, A. L., 1992. Comparative Response of Cultivated and Wild Barley Species to Salinity Stress and Calcium Supply. Crop Science, 32 (1): 154-163.

SURGUN, Y., YILMAZ, E., ÇÖL, B. ve BÜRÜN, B., 2012. Altıncı Grup Bitki Hormonu: Brassinosteroidler. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 8 (1): 27-46.

SUZUKI, N., and MITTLER, R., 2006. Reactive Oxygen Species and Temperature Stresses: A Delicate Balance Between Signaling and Destruction. Physiologia Plantarum, 126 (1): 45-51.

SÜYÜM, K., 2011. Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 145 s.

SYVERTSEN, J. P., and YELENOSKY, G., 1988. Salinity Can Enhance Freze Tolerance of Citrus Rootstock Seedlings by Modifying Growth, Water Relations and Mineral Nutrition. Journal of the American Society for Holticultural Science, 113 (6): 889-893.

ŞAFAK, C., 2014. Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Tuza Dayanımları Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 50 s.

ŞAHİN, Ö., 2009. Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) Üzüm Çeşidinin Bor ve Tuz Stresine Tolerans Mekanizmalarının Stresle İlgili Fizyolojik Parametreler ve Antioksidan Enzimlerle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 152 s.

ŞİMŞEK, M. ve KARA, A., 2016. Diyarbakır Meyvecilik Potansiyeline Genel Bir Bakış. Uluslararası Diyarbakır Sempozyumu, 2-5 Kasım 2016, Diyarbakır, s. 2105-2119.

ŞİMŞEK, M. ve GÜLSOY, E., 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Nar (*Punica granatum* L.) Potansiyeli Konusunda Bir Araştırma. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2): 31-41

TABAN, S. ve KATKAT, A. V., 2000. Effect of Salt Stress on Growth and Mineral Elements Concentrations in Shoot and Root of Maize Plant. Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (2): 119–122.

TANG, W., and NEWTON, R. J., 2005. Polyamines Reduce Salt-Induced Oxidative Damage by Increasing the Activities of Antioxidant Enzymes and Decreasing Lipid Peroxidation in Virginia Pine. Plant Growth Regulation, 46: 31-43.

TARCZYNSKI, M. C, JENSEN, R. G., and BOHNERT, H. J., 1993. Stress Protection of Transgenic Tobacco by Production of The Osmolyte Mannitol. Science 259 (5094): 508-510

TATTINI, M., 1994. Ionic Relations of Aeroponically-Grown Olive Geno-Types During Salinity Stress. Plant and Soil, 161 (2): 251-256.

TAVALLALI, V., RAHEMI, M., ESHGHI, S., KHOLDEBARIN, B., and RAMEZANIAN, A., 2010. Zinc Alleviates Salt Stress and Increases Antioxidant Enzyme Activity in the Leaves of Pistachio (*Pistacia vera* L. 'Badami') seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34 (4): 349-359

TAVAKKOLI, E., RENGASAMY, P., and MCDONALD, G. K., 2010. High Concentrations of Na^+ and Cl^- Ions in Soil Solution Have Simultaneous Detrimental Effects on Growth of Faba Bean under Salinity Stress, Journal Experimental Botany, 61 (15): 4449–4459

TAYLOR, P. E., SPUCK, K., SMITH P. M., SASSE, J. M., YOKOTA, T., GRITFITHS, P.G.and CAMERON, D. W., 1993. Detection of Brassinosteroids in Pollen of *Lolium perenne* L. by Immunocytochemistry. Planta, 189 (1): 91-100.

TEMİZEL, E., 2020. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk. https://slideplayer.biz.tr/slide/2720987/

TEPE, B., 2011. Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen Arpa Fidelerinin Bazı Morfolojik ve Anatomik Parametrelerine Salisilik Asitin Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 39 s.

TESTER, M., and DAVENPORT, R. J., 2003. Na^+ Tolerance and Na^+ Transport in Higher Plants. Annals of Botany, 91 (5): 503-527.

TONON, G., KEVERS, C., FAIVRE-RAMPANT, O., GRAZIANI, M., and GASPAR, T., 2004. Effect of NaCl and Mannitol iso-Osmotic Stresses on Proline and Free Polyamine Levels in Embryogenic Fraxinus Angustifolia Callus. Journal of Plant Physiology, 161 (6): 701-708.

TREICHEL, S., 1975. Effect of NaCl on Concentration of Proline in Different Halophytes. Z. Pflanzenphysiol., 76: 56-68.

TRIVEDI, S., GALIBA, G., SANKHALA, N. ve ERDEI, L., 1991. Response of Osmotic and NaCl Stress of Wheat Varieties Differing in Drought and Salt Tolerance in Callus Culture. Plant Science, 73 (2): 227-232.

TSABARDUCAS, V., CHATZISTATHIS, T., THERIOS, I., KOUKOURIKOU-PETRIDOU, M., and TANANAKI, C., 2015. Differential Tolerance of 3 Self-Rooted *Citrus limon* Cultivars to NaCl Stress. Plant Physiology and Biochemistry, 97: 196-206.

TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. https://www.tuik.gov.tr/

TURHAN, E., DARDENİZ, A. ve MÜFTÜOĞLU, N. M., 2005. Bazı Amerikan Asma Anaçlarında Tuz Stresine Toleranslarının Belirlenmesi. Bahçe, 34 (2): 11-19.

TURKAN, I., BOR, M., OZDEMIR, F., and KOCA, H., 2005. Differantial Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Droutght-Tolerant *P. acutifolius* Gray and Drought-Sensetive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. Plant Science, 168 (1): 223-231.

UNLUKARA, A., KURUNÇ, A., KESMEZ, G. D., and YURTSEVEN, E., 2008. Growth and Evapotranspiration of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as Influenced by Salinity of Irrigation Water. Journal of Irrigation and Drainage, 134 (2): 160-166.

ÜNAL, Ç., VELİOĞLU, S. ve CEMEROĞLU, B., 1995. Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri. Gıda, 20 (6): 339-345.

ÜRAS, D. S. ve SÖNMEZ, S., 2010. Farklı Toprak Tekstürlerinde Yetiştirilen Biber Bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) Vitamin C ve Toplam Klorofil İçerikleri ile

K/Na Oranı Üzerine Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerindeki Değişimin Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, s: 526-531.
ÜZAL, Ö. ve YILDIZ, K., 2014. Bazı Çilek (Fragaria x ananassa L.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi tarım Bilimleri Dergisi, 24 (2): 159- 167.
VARDİN, H. ve ABBASOĞLU, M., 2004. Nar Ekşisi ve Narın Diğer Değerlendirme Olanakları. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 23-24 Eylül, Van, s.165-169.
VARDHINI, B. V., RAO, S. S. R., and RAO, K. V. N., 2008. Effect of Brassinolide on Growth, Yield, Metabolite Content and Enzyme Activities of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: Ashwani Kumar and Sudhir K. Sopory Recent Advances in Plant Biotechnology and its Applications. International Publishing House Ltd., New Delhi, India, pp. 133-139.
VARDHINI, B. V., and RAO, S. S. R., 1998. Effect of Brassinosteroids on Growth, Metabolite Content and Yield of Arachis Hypogaea. Phytochemistry 48 (6): 927-930.
VARDHINI, B. V., 2012. Application of Brassinolide Mitigates Saline Stress of Certain Metabolites of Sorghum Grown in Karaikal. Journal of Phytology, 4 (4): 1-3.
VARDHINI, B. V., 2013. Comparative Study of *Sorghum vulgare* Pers. Grown in Two Experimental Sites by Brassinolide Application at Vegetative, Flowering and Grain Filling Stage. Proc. Andhra Pradesh Akad. Sci., 15: 75-79.
VARDHINI, V., and ANJUM, N. A., 2015. Brassinosteroids Make Plant Life Easier under Abiotic Stresses Mainly By Modulating Major Components of Antioxidant Defense System. Environmental Science, 2 (67): 1-16.
VAZIRIMEHR, M. R., MOGHADAM, M. M., and DAVARPANAH, A. A., 2015. Influence of Salt Stress on Some Characterıstıcs of Plants. Trends in Life Sciences. An International Peer-Reviewed Journal, 4 (4): 2319-5037.
VENEKAMP, J. H., 1989. Regulation of Cytosol Acidity in Plants under Conditions of Drought. Physiologia Plantarum, 76 (1): 112-117.
VERMA, S., and MISHRA, S. N., 2005. Putrescine Alleviation of Growth in Salt Stressed Brassica Juncea by Inducing Antioxidative Defense System. Journal of Plant Physiology, 162 (6): 669-677.
WAHOME, P. K., 2003. Mechanisms of Salt (NaCl) Stress Tolerance in Horticultural Crops-A Mini Review. Acta Horticulturae, 609 (609): 127-131.
WANG, Y., LI, K., and LI, X., 2009. Auxin Redistribution Modulates Plastic Development of Root System Architecture under Salt Stress in Arabidopsis Thaliana. Journal Plant Physiology, 166 (15) :1637–45.
WANG, S. F., HU, Y. X., LI, Z. L., SUN, H. J., and CHEN, Y. T., 2010. Effects of NaCl stress on growth and mineral ion uptake, transportation and distribution of *Quercus virginiana*. Acta Ecologica Sinica, 30 (17): 4609-4616.
WATANABE, K., TANAKA, T., HOTTA, Y., KURAMOCHI, H., and TAKEUCHI, Y., 2000. Improving Salt Tolerance of Cotton Seedlings with 5-Aminolevulinic Acid. Plant Growth Regulation, 32 (1): 97–101.
WEST, G., INZE, D., and BEEMSTER, G. T. S., 2004. Cell Cycle Modulation in the Response of The Primary Root of Arabidopsis to Salt Stress, Plant Physiology, 135(2): 1050–1058.
WU, X., ZHU, Z., LI, X., ZHA, D., 2012. Effects of Cytokinin on Photosynthetic Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence Parameters and Antioxidative System in

Seedlings of Eggplant (*Solanum melongena* L.) under Salinity Stress. Acta Physiologiae Plantarum, 34, 2105-2114.

XU, S., LI, J., ZHANG, X., WEI, H., and CUI, L., 2006. Effects of Heat Acclimation Pretreatment on Changes of Membrane Lipid Peroxidation, Antioxidant Metabolites, and Ultrastructure of Chloroplasts in Two Cool-Season Turfgrass Species under Heat Stress. Environmental and Experimental Botany, 56 (3): 274-285.

XU, Z., and ZHOU, G., 2008. Response of Leaf Stomatal Density to Water Status and Its Relationships with Photosynthesis in a Grass. Journal of Experimental Botany, 59 (12): 3317-3325

YANG, Z., CHANG, Z., SUN, L., YU, J., and HUANG, B., 2014. Physiological and Metabolic Effects of 5-Aminolevulinic Acid for Mitigating Salinity Stress in Creeping Bentgrass. Plos One, 9 (12): e116283.

YAKIT, S. ve TUNA, A.L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K' nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19 (1): 59–67.

YASSEEN, B. T.,1983. An Analysis of the Effects of Salinity on Leaf Growth in Mexican Wheats. Phd Thesis, University of Leeds, UK.

YAŞAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van, 139 s.

YENMEZ, N., 2005. Ova Topraklarının Tuzlanmasına Yeni Bir Örnek: Harran Ovası, Sosyal Bilimler Dergisi, 8 (14):199-235.

YILDIRIM, E., DONMEZ, M. F., and TURAN, M., 2008. Use of Bioinoculants in Ameliorative Effect on Radish (*Raphanus sativus* L.) Plants under Salinity Stress. Journal of Plant Nutrition, 31 (12): 2059-2074.

YILMAZ, M., ÖZGÜVEN, A. I., AK, B. E. ve ÇETİNER, S., 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 57, GAP Yayınları No: 72 Adana, 22 s.

YILMAZ, C., 2005. Narda Derim Öncesi Meyve Çatlamasının Anatomisi ve Fizyolojisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 250 s.

YILMAZ, C., 2007. Nar. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 192 s.

YILMAZ, C. ve ÖZGÜVEN, A., 2009. Türkiye'deki Nar Genetik Kaynakları. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş.

YOSHIBA, Y., KIYOSUE, T., NAKASHIMA, K., YAMAGUCHI-SHNOJAKI, K., and SHINOJAKI, K., 1997. Regulation of Levels of Proline as an Osmolyte in Plants under Water Stress. Plant and Cell Physiology, 38 (10): 1095-1102.

YOUSSEF, T., and AWAD, M. A., 2008. Mechanisms of Enhancing Photosynthetic Gas Exchange in Date Palm Seedlings (*Phoenix dactylifera* L.) under Salinity Stress By A 5-Aminolevulinic Acid-Based Fertilizer. Journal of Plant Growth Regulation, 27 (1): 1-9.

YU, J. Q., HUANG, L. F., HU, W. H., ZHOU, Y. H., MAO, W. H., YE, S. F., and NOGUÉS, S., 2004. A Role for Brassinosteroids in the Regulation of Photosynthesis in Cucumis Sativus. Journal of Experimental Botany, 55 (399): 1135-1143.

YUAN, G. F., JIA, C. G., LI, Z., SUN, B., ZHANG, L. P., LIU, N., and WANG, Q. M., 2010. Effect of Brassinosteroids on Drought Resistance and Abscisic Acid Concentration in Tomato under Water Stress. Scientia Horticulturae, 126 (2): 103-108.

YURTSEVEN, E., ÖZTÜRK, A., KADAYIFÇI, A. ve AYAN, B., 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde (*Capsicum annuum*) Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2): 5-9.

ZADVORNOVA, Y. V., ALEKSEICHUK, G. N, LAMAN, N. A., KHRIPACH, V. A., and GRUT, S., 2005. Effect of Brassinosteroids on Activation of the Cell Cycle During Germination of *Brassica oleracea* L. Seeds. Doklady Natsional'noi Akademii Nauk Belarusi, 49: 70-73.

ZEKRI, M., and PARSONS, L. P., 1992. Salinity Tolerance in Citrus Rootstock: Effect of Salt on Root and Leaf Mineral Concentrations. Plant and Soil, 147: 171-181.

ZHANG, S., HU, J., ZHANG, Y., XIE, X. J., and KNAPP, A., 2007. Seed Priming with Brassinolide Improves Lucerne (*Medicago sativa* L.) Seed Germination and Seedling Growth in Relation to Physiological Changes under Salinity Stress. Australian Journal Agricultural Research, 58 (8): 811-815.

ZHAO, F. G., and QIN, P., 2004. Protective Effects of Exogenous Polyamines on Root Tonoplast Function Against Salt Stress in Barley Seedlings. Plant Growth Regulation, 42: 97-103.

ZHU, J. K., 2001. Plant Salt Tolerance. Trends in Plant Science, 6 (2): 66-71

ZHU, J. K., 2003. Regulation of Ion Homeostasis under Salt Stress. Current Opinion in Plant Biology, 6 (5): 441-445.

ZHU, J. K., SHI, J., SINGH, U., WYATT, S. E., BRESSAN, R. A., HASEGAWA, P. M., and CARPITA, N. C., 1993. Enrichment of Vitronectin and Fibronectin Like Proteins in NaCl Adapted Plant Cells and Evidence for Their Involvement in Plasma Membrane-Cell Wall Adhesion. The Plant Journal, 3 (5): 637-646.

ZID, E., and GRIGNON, C., 1991. Tests Early Selection for Plant Resistance to Stress. Case of Drought and Salt Stresses. In: Plant Breeding for Adaptation to Arid Environments. Ed AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, p 91-108.

ZOLLA, G., HEIMER, Y. M., and BARAK, S., 2010. Mild Salinity Stimulates a Stress-Induced Morphogenic Response in Arabidopsis Thaliana Roots. Journal Experimental Botany, 61 (1): 211–224.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sibel SÖYLEMEZ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa, 1979
Telefon :
Faks :
e-mail : sblsylmz@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Anadolu Kız Meslek Lisesi	1997
Üniversite :	Harran Üni. Zir. Fak. Bahçe Bit. Böl. (Şanlıurfa)	2001
Yüksek Lisans :	Harran Üni. Fen Bil. Ens. Bah.Bit. A.B.D (Şanlıurfa)	2005
Doktora :	Harran Üni. Fen Bil. Ens. Bah.Bit. A.B.D (Şanlıurfa)	2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2002-2004	Harran Üni. Fen Bil. Ens. Bah.Bit. A.B.D	Arş. Gör.

UZMANLIK ALANI

Meyve Yetiştiriciliği
Bitki Besleme

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

SÖYLEMEZ, S. ve AK, B. E., 2020. Tuz (NaCl) ve KNO_3 uygulamalarının Hicaznar (*Punica granatum* L.) çeşidinde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24 (3): 280-289. (Doktora tezinden yapılmıştır).

SÖYLEMEZ, S. ve BOLAT, İ., 2017. Farklı Gölge Düzeylerinin Nektarinde Bazı Bitki Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4(1): 48-56. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

BOLAT İ. ve TİMUÇİN SÖYLEMEZ, S., 2007. Independence Nektarin Çeşidinde Gölgelemenin Bazı Bitki ve Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri.V.Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, s. 796-800 (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

BOLAT, I., KAYA, C., ALMACA, A., and TIMUCIN, S., 2006. Calcium Sulfate Improves Salinity Tolerance in Rootstocks of Plum. Journal of Plant Nutrition 29 (3): 553-564.

ALMACA, A., ALMACA, N.D., SOYLEMEZ, S., and ORTAŞ, I., 2013. The Effects of Mycorrhizal Species and Differents Doses of Phosphorus on Pepper (*Capsicium annum* L.) Yield and Development Under Field Conditions. Journal of Food Agriculture Environment, vol.11 (3 ve 4): 647-651.

KORKMAZ, Ş., AK, B.E., SAKAR, E., TURANOĞLU, İ. ve SÖYLEMEZ, S., 2015. Meyve Ağaçlarında Uyuşmazlık ve Mekanizması. Harrran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 19 (3), 180-186.

ÖKTEM, A.G., COŞKUN, M., ALMACA, N.D., ÖKTEM, A., SÖYLEMEZ, S., TEKGÜL, Y.T., YETİM, S. ve SÜRÜCÜ, A., 2016. Şanlıurfa-Ceylanpınar Koşullarında Yetiştirilen Yerli Kırmızı (*Lens culinaris* Medic.) Mercimek Çeşidine Farklı Miktarlarda Uygulanan Çinkonun Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi Journal Of Fıeld Crops Central Research Instıtute. Cilt:25. Sayı: Özel sayı-1. ISSN: 1302-4310 E-ISSN: 2146-8176

SÖYLEMEZ, S., ÖKTEM, A.G., KARA, H., ALMACA, N.D., AK, B.E. ve SAKAR, E., 2017. Şanlıurfa Yöresi Zeytinliklerinin Beslenme Durumunun Belirlenmesi. Harran. Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21 (1): 1-15.

COŞKUN, M., ÖKTEM, A.G., SARAÇOĞLU, M., TARİNİ, M. ve SÖYLEMEZ, S., 2007. Şanlıurfa Koşullarında Organik Tarımda Kullanılabilecek Olan Değişik Toprak İyileştiricilerin II. Ürün Soyanın Verim ve Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. VI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 10-13 Eylül, İnönü Üniversitesi, Malatya, s.119.

SÖYLEMEZ, S., ÖKTEM, A.G., DEĞİRMENCİ, V., SARAÇOĞLU, M., ALMACA, N.D., COŞKUN, M. ve YETİM, S., 2008. Suni Gölgelemenin Sofralık Domates Verimi ve Bazı Kalite Özelikleri Üzerine Etkisi. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu 26-29 Ağustos. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yalova.

POLAT, H., ALMACA, N.D., SÖYLEMEZ, S. ve YETİM, S., 2008. Tarımsal Artık Kökenli Kompostun Tarla Koşullarında Domates Verimi Üzerine Etkisi, VII.Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.

COŞKUN, M., SÖYLEMEZ, S., TARİNİ M., ÖKTEM, A.G., SARAÇOĞLU, M. ve TAŞ, M., 2009. Şanlıurfa Koşullarında Organik Tarımda Kullanılabilecek Bazı Toprak İyileştiricilerinin Domates Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. I. GAP Organik Tarım Kongresi, 17-20 Kasım 2009, Şanlıurfa.

ALMACA, N.D., ÖKTEM A. G., SÖYLEMEZ, S. ve COŞKUN, M., 2009. Mikorizanın Doğal Gübre Olarak Kullanılma Olanakları. 1.GAP Organik Tarım Kongresi, 17-20 Kasım, Şanlıurfa.

SÖYLEMEZ, S., ÖKTEM, A.G., ALMACA, N.D. ve DEĞİRMENCİ, V., 2008. Suni Gölgelemenin Sofralık Domateste Sulama Suyu Miktarı ve Su Tüketimine Etkisi. VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa

ALMACA, N.D., POLAT, H. ve SÖYLEMEZ, S., 2009. Sürdürülebilir Çevre Yaklaşımıyla Tarımsal Artıkların Bitki Beslemede Kullanılması. 27- 29 Mayıs, Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

SÖYLEMEZ, S., ÖKTEM, A.G., NACAR, A.S., ALMACA, N.D., ŞAKAK, A. ve KORKMAZ, Ş., 2015. Harran Ovası Koşullarında Farklı Seviyelerdeki hümik Asit ve Leonardit Uygulamalarının Antepfıstığında (*Pistacia vera* L.) Sürgün

Uzunluğu Üzerine Etkisi. Gap VII. Tarım Kongresi, 28 Nisan-1 Mayıs, Şanlıurfa, s. 299-305.

ALMACA, N.D., NACAR A. S., SÖYLEMEZ, S. ve ŞAKAK, A., 2015. Harran Ovası Koşullarında Leonardit Uygulamasının Pamuk Verimine Etkisi GAP VII. Tarım Kongresi, 28 Nisan-01 Mayıs, Şanlıurfa.

ÖKTEM, A.G., COŞKUN, M., ALMACA, N.D., SÖYLEMEZ, S., ÖKTEM, A., TEKGÜL, Y.T., YETİM, S. ve SÜRÜCÜ, A.K., 2015. Şanlıurfa-Ceylanpınar Koşullarında Yetiştirilen Yerli Kırmızı (*Lens culinaris* Medic.) Mercimek Çeşine Farklı Miktarlarda Uygulanan Çinkonun Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 8-10 Eylül 2015, Çanakkale.

ÖKTEM A. G., ALMACA, N.D., ÖKTEM A. ve SÖYLEMEZ, S., 2009. Şanlıurfa'nın Organik Tarım Potansiyeli. 1.GAP Organik Tarım Kongresi, 17-20 Kasım, Şanlıurfa.

AK, B.E., SAKAR, E., KORKMAZ, S. ve SÖYLEMEZ, S., 2018. Importance of Pollination and Fertilization in Olives. 1st International Gap Agriculture and Livestock Congress, 20-25 April 2018, Sanliurfa, Turkey, s. 311.

SOYLEMEZ, S., 2018. Fruit Thinning and its Importance. 1st International Gap Agriculture and Livestock Congress, 20-25 April 2018, Sanliurfa, Turkey, s. 623.

SOYLEMEZ, S., ALMACA, N.D., SAKAR, E. ve AK, B.E., 2018. Effects of Different Foliar Zinc Dozes on Phenology, Yield and Some Quality Parameters of Olive. 1st International Gap Agriculture and Livestock Congress, 20-25 April 2018. Sanliurfa, Turkey, s. 668.

SOYLEMEZ, S., AK, B.E. ve SAKAR, E., 2018. Proteins Production System: Transcription and Translation. 1st International Gap Agriculture and Livestock Congress, April 2018, Sanliurfa, Turkey, s. 635. 20-25

SOYLEMEZ, S., KARA, H., ALMACA, N.D., SAKAR, E. ve AK, B.E., 2018. Effects of Different Zinc Dose Applications on Yield and Some Quality of Olives Grown at Southeast Anatolia Region. XXX. International Horticultural Congress, 12-16 August 2018, Istanbul, Turkey.

AK, B.E., SÖYLEMEZ, S. ve KORKMAZ, Ş., 2016. Nar Yetiştiriciliği ve Narın Sağlık Bakımından Önemi. Tarım Gündem Dergisi. Kasım-Aralık 2016, Yıl:6. Sayı:35.

KORKMAZ, S., AK, B.E., SAKAR, E., TURANOGLU, I., RASTGELDI, I. ve SOYLEMEZ, S., 2018. An Investigation of Self-Compatibility Situation of Memeli and Memecik Olive Cultivars. 1st International Gap Agriculture and Livestock Congress, 20-25 April 2018, Sanliurfa, Turkey, s. 635.