ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Şebnem KUŞVURAN

KAVUNLARDA KURAKLIK VE TUZLULUĞA TOLERANSIN FİZYOLOJİK MEKANİZMALARI ARASINDAKİ BAĞLANTILAR

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAVUNLARDA KURAKLIK VE TUZLULUĞA TOLERANSIN FİZYOLOJİK MEKANİZMALARI ARASINDAKİ BAĞLANTILAR

Şebnem KUŞVURAN

DOKTORA TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 25/03/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ İle Kabul Edilmiştir.

…….....	…….....	…….....
Prof. Dr. Kazım ABAK Danışman	Prof.Dr.Şebnem ELLİALTIOĞLU Üye	Prof.Dr.Saadet BÜYÜKALACA Üye
…….....	.....	
Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN Üye	Doç. Dr. Fikret YAŞAR Üye	

Bu tez Enstitümüz BAHÇE BİTKİLERİ Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi desteklenmiştir.
Proje No: ZF.2006.D.21

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.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

KAVUNLARDA KURAKLIK VE TUZLULUĞA TOLERANSIN FİZYOLOJİK MEKANİZMALARI ARASINDAKİ BAĞLANTILAR

Şebnem KUŞVURAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Kazım ABAK
Yıl : 2010, Sayfa : 356
Jüri : Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Doç. Dr. Fikret YAŞAR

Bu çalışmada, 31 adet kavun genotipi içinden seçilen tolerant ve hassas kavun genotipleri ile tuz ve kuraklık stres koşullarında geliştirilen korunma mekanizmalarının araştırılması ve bu iki farklı strese toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki ilişki ve bağlantılar olup olmadığının ortaya çıkarılması, iyon regülasyonu, antioksidatif enzim aktiviteleri ile sitrullinin kuraklık ve tuzluğa toleransta etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Genel tarama aşamasında, 31 adet farklı kavun genotipi bazı büyüme parametreleri ve fizyolojik değişimler bakımından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak belirlenen 20 adet kavun genotipi ile özel tarama aşamasına geçilerek incelenen parametreler tekrarlanmıştır. Tüm bu sonuçlara göre ayrıntılı fizyolojik çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için tuz ve kuraklığa tolerant CU 159 ve CU 196 no'lu genotipler; tuz ve kuraklığa hassas CU 40 ve CU 252 no'lu genotipler belirlenerek iyon regülasyonu, antioksidatif enzim aktiviteleri (GR, CAT, APX, SOD), antioksidan miktarları (Vitamin C, SH Bileşikleri) ve sitrullin değişimleri bakımından değerlendirilmiştir.

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

Anahtar Kelimeler: *Cucumis melo,* tuz stresi, kuraklık stresi, antioksidatif enzimler, sitrulline

ABSTRACT

PhD THESIS

RELATIONSHIPS BETWEEN PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF TOLERANCES TO DROUGHT AND SALINITY IN MELONS

Şebnem KUŞVURAN

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor: Prof. Dr. Kazım ABAK
Year: 2010, Pages : 356
Jury : Prof. Dr. Şebnem ELLIALTIOĞLU
Prof. Dr. Saadet BUYUKALACA
Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Assoc. Prof. Dr. Fikret YAŞAR

In this study, designating the resistant and sensitive melon genotypes initially, determination of the defense the antioxidative enzyme activity, ion regulation with citrulline mechanisms of tolerant or sensitive genotypes cultivated under saline and drought conditions and revealing the possibility of existence of relationships between defense mechanism in tolerances against to such two stress conditions were aimed to investigate.

For this aim, 31 melon genotypes were evaluated with respect to some growth parameters and physiological changes via an overall screening. According to the obtained results, the investigated parameters were repeated in specific screening stage by using 20 genotypes which were selected and divided into three groups as tolerant, medium-tolerant, and sensitive. With respect to overall findings, in order to perform detailed physiological investigations by determining salt and drought resistant CU 159 and CU 196 genotypes, salt and drought sensitive CU 40 and CU 252; they were evaluated in terms of ion regulation, antioxidative enzyme activities (GR, CAT, APX, SOD), antioxidant amounts (Vitamin C, SH compounds) and citrulline changes.

At the end of the study, it was observed that salinity and drought inhibited the plant growth in melon genotypes and these genotypes differed in terms of reactions to stress factors. Especially, it was also investigated that examining the activities of CAT and GR enzymes with citrulline were remarkably effective by means of investigation of tolerance aptitude to salt and drought. According to the results, similar mechanisms of salt and drought stresses were observed while ion regulation and enzymatic changes of melon genotypes were further affected by salt stress.

Key Words: *Cucumis melo,* salt stress, drought stress, antioxidative enzymes, citrulline

TEŞEKKÜR

Çalışmaktan büyük keyif aldığım ve her aşamasında heyecan duyduğum bu çalışma konusunu seçmemde bana destek veren ve çalışmalarım süresince bilgi, öneri, deneyim ve görüşlerini her zaman benimle paylaşan, değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kazım ABAK'a, denemenin kurulması ve yürütülmesinde tecrübelerini benden esirgemeyen ve bilimsel vizyonumun oluşmasında büyük emeklerini gördüğüm, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, katkılarını ve yardımlarını bilimsel hayatım süresince almaya devam edeceğim ve her zaman yanımda görmekten onur duyacağım saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. H.Yıldız DAŞGAN'a, bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU'na, teşekkürlerimi sunarım.

Akademik hayatımın başından itibaren yanımda olan varlığı ile bana her zaman büyük güç veren, öğrencisi olmaktan her an gurur duyduğum ve duyacağım sayın hocam Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Prof.Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya, bilimsel gücüne her zaman inandığım, tecrübeleri ve fikirleri ile desteğini her zaman hissetiğim sayın hocam Doç.Dr. Fikret YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çukurova Üniversitesine geldiğim günden itibaren yardım ve desteği ile dostluklarını her zaman hissettiğim ve her zaman hissedeceğim Dr. Ferhan SABIR ve Dr. Ali SABIR'a teşekkür ederim. Çalışmalar sırasında desteklerini gördüğüm Dr. Mehtap YILDIZ, Zir. Müh. Sinem KÜÇÜKKÖMÜRCÜ, Zir. Müh. Mehmet AKYOL, Zir. Müh. Mahmut BAYRAM, Zir. Müh. Emine KAYA, Zir. Müh. Hakan MARAKOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmam süresince ailece her zaman yanımda olan, moral ve destekleri ile beni yalnız bırakmayan Jeoloji Müh. Necim ŞEYBAN, Fatoş ŞEYBAN ve Necim Kaan ŞEYBAN'a teşekkür ederim.

Bana her zaman destek olan aileme, varlıkları bana en büyük yaşam kaynağı olan sevgili eşim Dr. Alpaslan KUŞVURAN ve canım oğlum Orkun KUŞVURAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XVIII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
2.1. Bitkilerde Tuz Stresi 11
2.1.1. Toprakta Tuzluluğa Neden Olan Faktörler 11
2.1.2. Sulama Sularında Tuzluluk 13
2.1.3. Bitkilerde Tuz Stresi ve Ortaya Çıkan Zararlar 15
2.1.4. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Mekanizmalar 24
2.1.5. Tuz Stresinde Bitki Hücrelerinde Ozmotik Dengenin Sağlanmasına Yönelik Mekanizmalar 28
2.1.6. Serbest Oksijen Radikalleri ve Bunlara Karşı Geliştirilen Fizyolojik Mekanizmalar 30
2.1.7. Tuza Toleransın Belirlenmesine Yönelik Kullanılan Parametreler 37
2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi 41
2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri 43
2.2.1.1. Kuraklık Stresinin Mekanik Etkileri 43
2.2.1.2. Kuraklık Stresinin Metabolik Etkileri 47
2.2.1.3. Kuraklık Stresinin Oksidatif Etkileri 48
2.2.2. Kuraklık Stresinin Fotosentez Üzerindeki Etkisi 52
2.2.3. Kuraklık Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları 54
2.2.4. Kuraklık Stresinde Ozmotik Dengenin Sağlanmasına Yönelik Mekanizmalar 56
2.2.5. Kuraklık Stresinde Kullanılabilecek Parametreler 59

2.3. Bitkilerde Kuraklık ve Tuzluluk Stresi 60
2.4. Tuz ve Kuraklık Stresinde Citrullinin Rolü 62
3. MATERYAL VE METOD 67
3.1. Materyal 67
3.2. Metot 69
3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması 69
3.2.2. Tuz Uygulamalarının Yapılması 70
3.2.3. Kuraklık Uygulamalarının Yapılması 71
3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler 72
3.3.1. 0-5 Skalası ile Değerlendirme 72
3.3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi 74
3.3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi 75
3.3.4. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanının Belirlenmesi 75
3.3.5. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi 75
3.3.6. Nispi Büyüme Oranının (Relative Growth Rate)
- (g kuru ağırlık/gün) Belirlenmesi 76
3.3.7. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi
(Membran injury index) – (%) 76
3.3.8. Mineral Element Analizleri 77
3.4. Ayrıntılı Fizyolojik Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler 78
3.4.1. Klorofil Miktarı 78
3.4.2. Lipid Peroksidasyonu 79
3.4.3. Antioksidatif Enzim Analizleri 79
3.4.3.1. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi 79
3.4.3.2. Katalaz Aktivitesi (CAT) 80
3.4.3.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi 80
3.4.3.5. Glutatiyon Redüktaz (GR) Aktivitesi 80
3.4.4. Antioksidan Analizleri 81
3.4.4.1. Vitamin C (Askorbik Asit) Analizi 81
3.4.4.2. SH-Gruplarının Konsantrasyonu 81
3.4.5. Sitrullin Aktivitesinin Belirlenmesi 82

3.4. İstatistiksel Analiz 83
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 85
4.1. Genel Tarama Denemeleri 85
4.1.1. 0-5 Skalası 85
4.1.2. Stres Altında Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler 88
4.1.3. Stres Altında Gövde Çapında Ortaya Çıkan Değişimler 92
4.1.4. Stres Altında Gövde Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler 95
4.1.5. Stres Altında Kök Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler 97
4.1.6. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Kök/Yeşil Aksam Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler 102
4.1.7. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Ortaya Çıkan Değişimler 105
4.1.8. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Nispi Büyüme Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler 110
4.1.9. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanma İndeksi (%)'nin Belirlenmesi 112
4.1.10. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprakların Oransal Su İçeriğinde Ortaya Çıkan Değişimler 114
4.1.11. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 117
4.1.12. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Köklerde Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 120
4.1.13. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam K Konsantrasyonu ve K/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 123
4.1.14. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Kök K Konsantrasyonu

ve K/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 127
4.1.15. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 133
4.1.16. Tuzluluk ve Kuraklık Stresleri Sonunda Kök Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 137
4.1.17. Tuzluluk Stresi Sonunda Yeşil Aksam ve Köklerde Cl Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 142
4.1.18. Tuzluk ve Kuraklıkta Bitkilerin Su Kullanım Etkinlikleri 145
4.1.19. Genel Tarama Çalışmasının Tartışması 148
4.2. Özel Tarama Denemeleri 150
4.2.1. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda 0-5 Skalası 150
4.2.2. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Bitkilerde Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler 152
4.2.3. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Gövde Çapında Ortaya Çıkan Değişimler 157
4.2.4. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Gövde Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler 159
4.2.5. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Kök Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler 162
4.2.6. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Kök/Yeşil Aksam Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler 166
4.2.7. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Ortaya Çıkan Değişimler 169
4.2.8. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Nispi Büyüme Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler 173
4.2.9. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanma İndeksi (%)'nin Belirlenmesi 176
4.2.10. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprakların Oransal Su İçeriğinde Ortaya Çıkan Değişimler 179

4.2.11 Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 181
4.2.12. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kökte Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 183
4.2.13. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam K Konsantrasyonu ve K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 187
4.2.14. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kök K Konsantrasyonu ve K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 190
4.2.15. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 196
4.2.16. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kök Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 199
4.2.17. Tuzluluk Stresi Sonunda Yeşil Aksam ve Köklerde Cl Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 204
4.2.18. Tuzluk ve Kuraklıkta Bitkilerin Su Kullanım Etkinlikleri 206
4.2.19. Özel Tarama Aşamasında Elde Edilen Korelasyon Bulguları..... 208
4.2.20. Tartışma 212
4.3. Fizyolojik Denemeler 215
4.3.1. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Bitkilerin İyon Regülasyonlarının Belirlenmesi..... 216
4.3.1.1. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Na Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 216
4.3.1.2. Tuz ve Kuraklık Koşullarında K Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 228
4.3.1.3. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Ca Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 246
4.3.1.4. Tuz Koşullarında Cl Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 264
4.3.2. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Klorofil Miktarı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler 274
4.3.3. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Lipid Peroksidasyonu (MDA) Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 277

4.3.4. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Antioksidan Enizm Aktiviteleri Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 281
4.3.4.1. Superoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitesi..... 281
4.3.4.2. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesi..... 286
4.3.4.3. Glutatyon Redüktaz (GR) Enzim Aktivitesi..... 290
4.3.4.4. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitesi..... 293
4.3.5. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Antioksidanlar Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 297
4.3.5.1. Vitamin C (Askorbik Asit) Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 297
4.3.5.2. SH (Glutatiyon) Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 300
4.3.6. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Sitrullin Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler..... 303
4.3.7. Fizyolojik Denemeler Tartışması..... 307
5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 311
KAYNAKLAR..... 317
ÖZGEÇMİŞ..... 356

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Türkiye'de sorunlu toprakların dağılımı 12
Çizelge 2.2. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk derecesi..... 12
Çizelge 2.3. Sulama sularının içerdikleri uz yoğunluğuna göre sınıflandırılması 14
Çizelge 3.1. Çalışmanın "genel tarama aşamasında" kullanılan kavun genotiplerinin denemelerdeki kod numaraları ile çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri..... 67
Çizelge 3.2. Çalışmanın ikinci aşamasında kullanılan kavun genotiplerinin denemelerdeki kod numaraları ile çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer 68
Çizelge 3.3. Denemede kavun bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği..... 70
Çizelge 4.1. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde skala ortalamaları. 87
Çizelge 4.2. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki) 89
Çizelge 4.3. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki) 91
Çizelge 4.4. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde gövde çapı ortalamaları (mm/bitki)..... 94
Çizelge 4.5. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde gövde boyu ortalamaları (cm/bitki)..... 97
Çizelge 4.6. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki) 99

Çizelge 4.7. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde belirlenen kök kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki) 101
Çizelge 4.8. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök/gövde yaş ağırlık oranları 103
Çizelge 4.9. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök/gövde kuru ağırlık oranları 104
Çizelge 4.10. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak sayısı ortalamaları (adet/bitki) 106
Çizelge 4.11. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak alanı ortalamaları (cm^2/bitki) 108
Çizelge 4.12. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde nisbi büyüme oranı ortalamaları (g kuru ağ./gün) 111
Çizelge 4.13. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde membran zararlanma indeksi 113
Çizelge 4.14. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak oransal su içeriği ortalamaları (%) 116
Çizelge 4.15. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 118
Çizelge 4.16. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde köklerde Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 122
Çizelge 4.17. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 125
Çizelge 4.18. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%) 126

Çizelge 4.19. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 128
Çizelge 4.20. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%) 130
Çizelge 4.21. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 134
Çizelge 4.22. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%) 136
Çizelge 4.23. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 138
Çizelge 4.24. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%) 140
Çizelge 4.25. Genel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde yeşil aksam Cl konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 144
Çizelge 4.26. Genel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde kök Cl konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 144
Çizelge 4.27. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde su kullanım etkinlikleri ve kontrole göre değişimleri (g/L) 147
Çizelge 4.28. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde skala ortalamaları 152
Çizelge 4.29. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki) 154
Çizelge 4.30. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri

sonunda genotiplerde yeşil aksam kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki) 155
Çizelge 4.31. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde gövde çapı ortalamaları (mm/bitki) 158
Çizelge 4.32. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde bitki boyu ortalamaları (cm/bitki) 161
Çizelge 4.33. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki) 163
Çizelge 4.34. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök kuru ağırlık ortalamaları (cm/bitki) 165
Çizelge 4.35. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranları ve % değişimleri 168
Çizelge 4.36. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kuru ağırlık kök/yeşil aksam oranları ve % değişimleri 169
Çizelge 4.37. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak sayısı ortalamaları (adet/bitki) 170
Çizelge 4.38. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak alanı ortalamaları (cm^2/bitki) 173
Çizelge 4.39. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde nisbi büyüme oranı ortalamaları (g kuru ağ./ gün) 175
Çizelge 4.40. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde membran zararlanma indeksi (%) 177
Çizelge 4.41. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak oransal içeriği ortalamaları (%) 180
Çizelge 4.42. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 183

Çizelge 4.43. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 185
Çizelge 4.44. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 189
Çizelge 4.45. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 190
Çizelge 4.46. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 192
Çizelge 4.47. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 193
Çizelge 4.48. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 198
Çizelge 4.49. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 199
Çizelge 4.50. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 201
Çizelge 4.51. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)..... 202
Çizelge 4.52. Özel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde yeşil aksam Cl iyonu konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 205
Çizelge 4.53. Özel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda

genotiplerde kök Cl iyonu konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%) 205
Çizelge 4.54. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde su kullanım etkinlikleri ve kontrole göre değişimleri (g/L)..... 208
Çizelge 4.55. Çalışmada incelenen parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyon değerleri..... 212
Çizelge 4.56. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yapraklarda Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 219
Çizelge 4.57. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yapraklarda Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 220
Çizelge 4.58. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 224
Çizelge 4.59. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 225
Çizelge 4.60. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 230
Çizelge 4.61. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak K/Na oranı konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 231
Çizelge 4.62. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 234
Çizelge 4.63. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak K/Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi..... 235
Çizelge 4.64. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 238

Çizelge 4.65. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde K/Na oranında zamana bağlı değişimi 239
Çizelge 4.66. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 241
Çizelge 4.67. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök K/Na oranında zamana bağlı değişimi 242
Çizelge 4.68. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 248
Çizelge 4.69. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi 249
Çizelge 4.70. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 252
Çizelge 4.71. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi 253
Çizelge 4.72. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 256
Çizelge 4.73. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi 257
Çizelge 4.74. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 259
Çizelge 4.75. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi 260
Çizelge 4.76. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında genç yaprak Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 266
Çizelge 4.77. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında yaşlı yaprak Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 267
Çizelge 4.78. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında gövde Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 270
Çizelge 4.79. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında kök Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi 271
Çizelge 4.80. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında

klorofil miktarının (mg/T.A) zamana bağlı değişimi 276
Çizelge 4.81. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaprak MDA miktarının (µ mol/g T.A) zamana bağlı değişimi..... 280
Çizelge 4.82. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında SOD enzim aktivitesinin (U/dak/mg T.A) zamana bağlı değişimi..... 284
Çizelge 4.83. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında CAT enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi..... 289
Çizelge 4.84. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında GR enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi..... 292
Çizelge 4.85. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık uygulamalarında APX enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi..... 296
Çizelge 4.86. Kavun genotiplerinin kuraklık, tuz ve kuraklık koşullarında Vitamin C miktarının (mg/g T.A.) zamana bağlı değişimi..... 299
Çizelge 4.87. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında SH bileşikleri miktarının (mg/g T.A.) zamana bağlı değişimi..... 302
Çizelge 4.88. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında sitrullin miktarının (µmol/g K.A.) zamana bağlı değişimi 306

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Bitkilerde prolin ve arginin sentez ve indirgenmesini içeren metabolik döngü 65
Şekil 3.1. Hassas (CU 252 ve CU 40) ve tolerant (CU 159 ve CU 196) genotiplerin meyve şekilleri 68
Şekil 3.2. Tohum ekimi yapılmış viyoller ve gelişmekte olan bitkiler..... 69
Şekil 3.3. İlk gerçek yaprakları oluşan fidelerin saksılara şaşırtıldıktan sonraki görünümleri 70
Şekil 3.4. Tuz uygulaması sonucunda bitkilerde ortaya çıkan zararlanmalar..... 71
Şekil 3.5. Kuraklık stresi sırasında bitkide ortaya çıkan zararlanmalar 72
Şekil 3.6. Tuz stresi testlerinde kullanılan görsel zararlanma puanları (0-5 skalası) 73
Şekil 3.7. Kuraklık stresi testlerinde kullanılan görsel zararlanma puanları (0-5 skalası) 74
Şekil 3.8. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi için disklerin alınması ve disklerde EC değerlerinin belirlenmesi..... 77
Şekil 3.9. Atomik absorbsiyon spekfotometre cihazında iyon analizlerinin gerçekleştirilmesi..... 78
Şekil 3.10. Enzim analizlerinde örnek alma ve spektrofotometrede okuma işlemleri..... 82
Şekil 3.11. Sitrullin analizinden görüntüler 83
Şekil 4.1. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyonlar 210
Şekil 4.2. Hassas (CU 40 ve CU 252) ve tolerant (CU 196 ve CU 159) genotiplerin tuz ve kurak stresi karşısında göstermiş oldukları tepkileri 216
Şekil 4.3. Genç ve yaşlı yaprak Na Konsantrasyonu (%)..... 221
Şekil 4.4. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Na Konsantrasyonu (%) 226
Şekil 4.5. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak K konsantrasyonu (%)..... 236
Şekil 4.6. Kavun genotiplerinde gövde ve kök K konsantrasyonu (%)..... 243

Şekil 4.7. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak Ca konsantrasyonları (%) 254
Şekil 4.8. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Ca konsantrasyonları (%) 261
Şekil 4.9. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak Cl konsantrasyonu (%) 268
Şekil 4.10. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Cl konsantrasyonu (%) 272
Şekil 4.11. Kavun genotiplerinde klorofil miktarında (mg/T.A) meydana gelen değişimler 277
Şekil 4.12. Kavun genotiplerinde MDA miktarında (µ mol/g T.A) meydana gelen değişimler 281
Şekil 4.13. Kavun genotiplerinde SOD enzim aktivitesinde (U/dak/mg T.A) meydana gelen değişimler 285
Şekil 4.14. Kavun genotiplerinde CAT enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 288
Şekil 4.15. Kavun genotiplerinde GR enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 293
Şekil 4.16. Kavun genotiplerinde APX enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 297
Şekil 4.17. Kavun genotiplerinde Vitamin C miktarı (mg/g T.A.) bakımından ortaya çıkan değişimler 300
Şekil 4.18. Kavun genotiplerinde SH Bileşiklerinde (mg/g T.A.) meydana gelen değişimler 303
Şekil 4.19. Kavun genotiplerinde sitrullin miktarında (µmol/g K.A.) meydana gelen değişimler 307

SİMGELER VE KISALTMALAR

g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
µmol	Mikromol
mM	Milimol
%	Yüzde
dak	Dakika
CAT	Katalaz
GR	Glutation Redüktaz
APX	Askorbat Peroksidaz
MDA	Malondialdehit
SOD	Superoksit dismutaz
K.A.	Kuru ağırlık
T.A.	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbütirik asit
TCA	Trikloroasetik asit
ROS	Reactive Oxygen Species
YOSİ	Yaprak Oransal Su İçeriği
MZİ	Membran Zararlanma İndeksi

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde stres, abiyotik (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi) ve biyotik (hastalık oluşturan mantar, bakteri, virüs vb. ve zararlılar) kökenli etmenler nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara, bunlara bağlı olarak verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olması biçiminde tanımlanabilir.

Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak % 45'i sürekli olarak kuraklık stresine maruz kalırken, dünya yüzeyinde bulunan alanların yaklaşık % 6'sı tuzluluk sorunu ile karşı karşıya gelmiştir (Asraf ve Foolad, 2007).

Tuz stresi; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak karşımız çıkmaktadır. Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların, yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde % 30'unun, 21. yüzyılın ortalarında ise % 50'sinin tahrip olabileceği bildirilmektedir. (Munns, 2002; Bonilla ve ark., 2004; Ahmadi ve ark., 2009). Debauba ve ark. (2006), iklimsel değişikliklerin beraberinde getirdiği kalitesiz ve kontrolsüz su kullanımı nedeniyle, 1.5 milyar ha tarım alanının yaklaşık olarak % 5'inin (77 milyon ha) tuzluluktan etkilendiğini ayrıca bu alanların dünya yiyecek ihtiyacının üçte birini karşıladığını belirtmektedirler. Türkiye 1.5 milyon ha alanda tuzluluk problemi ile savaşmaktadır. Bu alanların % 60'ı tuzlu, % 19.6'sı orta derecede tuzlu, % 0.4'ü orta derecede alkali, % 12'si hafif tuzlu-alkali, % 8'i ise orta derecede tuzlu-alkali olarak sınıflandırılmaktadır (Anonymous, 2008).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar derinlere taşınamamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Evaporasyonun

yüksek oluşu nedeni ile sular toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır (Saruhan ve ark., 2008).

Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamadığı durumlarda, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Uygan ve ark., 2006).

Tuzluluğun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkisinin ortadan kaldırılması amacı ile bazı önlemler alınabilmektedir. Bu uygulamalar arasında tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi ve daha kaliteli su kullanımı, organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması, seralarda topraksız yetiştiricilik gibi bazı yetiştirme tekniklerinin kullanımı yer almaktadır. Ancak tuzluluğun zararlı etkilerini ortadan kaldırmayı amaçlayan bu çalışmalar oldukça masraflı olması yanında geçici sonuçlar vermektedir. Özellikle iyileştirilen alanlarda kaliteli su kullanımı ile birlikte uygun sulama yöntemlerinin sağlanamadığı durumlarda toprağın tekrar tuzlanma olasılığı oldukça yüksektir. Araştırıcılar son yıllarda tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir. (Epstein ve ark., 1980; Yaşar, 2003; Saruhan ve ark., 2008; Daşgan ve Koç, 2009a).

Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)'dür. Bitkiler tuz stresinden iki şekilde etkilenmektedirler:

1- Ozmotik etki: Topraktaki tuz miktarının artışı ozmotik basıncı artırdığı ve su potansiyelini düşürdüğü için köklerin su alımını engelleyerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olur. Dolayısıyla bu çeşit tuz stresi gerek belirtileri gerekse sonuçları itibariyle bir kuraklık stresidir.

2- Toksik etki: Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide toksik etkiler görülür. Özellikle sodyum iyonları bitkiye fazla alındığında halofit olmayan bitkilerde toksik etkiler oluşur. Mitoz bölünmenin engellenmesi, bazı enzimlerin inaktivasyonu gibi toksik etkiler meydana gelir. Bu etkiler bitki gelişimi ve büyümesini önemli derecede sınırlandırır (Kocaçalışkan, 2003).

Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır.

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Asraf, 1994).

Tuz toleransı, yüksek oranlarda tuz içeriğine sahip olan ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla bitkiler tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmalarından birini devreye sokarak tuz koşullarında büyüme ve gelişmelerine devam edebilmektedirler. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip bitkiler, tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içerisindeki tuz konsantrasyonunu sabit tutma yeteneğine sahiptirler. Tuzu kabullenme mekanizmasını çalıştıran bitkilerde ise, Na ve Cl iyonlarına doku toleransı göstermektedirler.

İyon regülasyonu, bitkilerin tuza toleransının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Tuz koşullarında bitki genotiplerinin dokularında düşük Na ve Cl alımı yanında daha yüksek oranlarda K ve Ca seviyelerinin oluşturulması toleransın anahtar mekanizmalarını oluşturmaktadır. Genel olarak tuz stresine toleransı olan bitkiler dokularında daha yüksek K/Na oranını oluşturma kabiliyetine sahiptirler. Özellikle bitkilerin tuz stresine toleransını belirlemek amacı ile oluşturulan tarama

çalışmalarında, farklı bitki organlarında K/Na ve Ca/Na oranları ile dokulardaki Na konsantrasyonlarının belirlenmesi önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda kavun, fasulye, patlıcan, domates ve biberde yapılan bir çok araştırma da bu sonuçları desteklemektedir (Marschner, 1995; Daşgan ve ark., 2002; Yaşar, 2003; Zeng ve ark., 2003; Kuşvuran ve ark., 2007c; Aktaş ve ark., 2006; Daşgan ve Koç, 2009a).

Kuraklık stresi; su yüzyıllar boyunca uygarlıkların kaderini belirleyen temel faktörlerden biri olmuştur. Nüfusun hızla artışı ve özellikle iklim değişikliği gibi faktörler var olan ve giderek azalan su kaynaklarının kullanımını sınırlandırmaktadır. Çok genel bir yaklaşımla iklim değişikliği; nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler biçiminde tanımlanabilir (Türkeş, 1997).

Küresel iklim değişiklikleri birçok kuvvet tarafından yönlendirilirken, bu kuvvetlerden biride sera etkisidir. Bulutsuz ve açık bir havada, kısa dalgalı güneş ışınımının önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve orada emilir. Ancak, Yerküre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümü, uzaya kaçmadan önce atmosferin yukarı seviyelerinde bulunan çok sayıdaki ışınımsal olarak etkin eser gazlar (sera gazları) tarafından emilir ve sonra tekrar salınır. Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkıyı sağlayan su buharı (H_2O) olmak üzere, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazotmonoksit (N_2O) ve troposfer ile stratosferde bulunan ozon (O_3) gazlarıdır. Ortalama koşullarda, uzaya kaçan uzun dalgalı yer ışınımı gelen güneş ışınımı ile dengede olduğu için, yerküre/atmosfer birleşik sistemi, sera gazlarının bulunmadığı bir ortamda olabileceğinden daha sıcak olacaktır. Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç sera etkisi olarak adlandırılmaktadır (Türkeş ve ark., 2000).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, kuraklık ve çölleşme ile buna bağlı ekolojik bozulmalarla karşı karşıya olup küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler

arasındadır. Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak kuraklığın süresinde ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu da tetikleyeceği bildirilmektedir (Türkeş, 1994).

Son 20 yıl içerisinde küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiklikleri mevcut olan su kaynaklarının da azalmasına neden olmaktadır. Türkiye Su Raporu (Anonymous, 2009) verilerine göre yıllık yağışlarla oluşan suyun % 55 (274 milyon m^3)'i evapotransprasyon ile kaybolurken, % 8'i yüzey akışları nedeniyle kullanılamamaktadır. Kişi başına kullanılabilir su miktarı da yıldan yıla azalmaktadır. 2007 yılında kişi başına su miktarı 1.586 m^3 olarak hesaplanırken yapılan araştırmalar 2023 yılında bu miktarın 1000 m^3'e düşebileceğini göstermektedir. Dünyada ve Türkiye'de kullanılabilir su miktarında meydana gelen azalma özellikle tarım sektörünü önemli ölçüde etkilemektedir. Yağışların azalması ve su kaynaklarının sınırlanması kuraklığı da beraberinde getirmektedir (Anonymous, 2009).

Kuraklık birçok araştırıcı tarafından farklı şekillerde ifade edilmektedir. Çölleşme Sözleşmesi'ndeki (Anonymous, 1995) tanımlamalara göre; kuraklık, yağışın normal düzeyinin çok altında olduğu koşullarda ortaya çıkan ve arazi kaynakları ile üretim sistemlerini olumsuz yönde etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olaydır. Türkeş (1998 ve 1999)'e göre, kuraklık; iklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir özellik olup, kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-denizel iklimleri ile diğer iklim bölgelerinde de oluşabilir. Genel olarak kuraklık; meteorolojik bir olgu olup, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması, toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotransprasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Kozlowski ve Pallardy 1997).

Doğanın en önemli afetlerinden biri olan kuraklık, zamanla (yağış mevsiminin başlamasında gecikmeler, ürün büyüme mevsimi ve yağış zamanının ilişkisi) ve yağışların etki dereceleri (yağış yoğunluğu ve sayısı) ile ilişkilidir. Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgâr ve düşük nem miktarı gibi diğer değişkenler, birçok bölgede kuraklıkta etkili olur (Öztürk, 2002).

Kuraklığı genel ilkeler içerisinde, ağır (ivegen, akut) kuraklık, sürekli (kronik) kuraklık ve fizyolojik kuraklık şeklinde üçe ayırmak mümkündür (Eriş, 1990).

Sıcaklıkta artış, nemde hızlı bir düşüş yada kuru hava kütlesi bitkilerde hızlı ve akut su kayıplarına neden olabilmektedir. Bu tip atmosferik değişiklikler, transprasyon oranının artmasına neden olur. Akut kuraklık sonucu genç ve yaşlı yapraklarda asimilasyon yetersizliği nedeniyle solma, sürgün uçlarında kuruma, verimde azalma, büyümede yavaşlama gibi belirtiler görülür. Kuraklığın en erken belirtisi solgunluktur. Solgunluk noktası aşılmadığı sürece, bitkiye su verildikçe solgunluk geçer (Çırak ve Esendal, 2006).

Kronik kuraklık ise toprakta taban suyunun düşmesi sonucu görülür. Sürekli kuraklık etkisinde kalan bitkilerde önce solgunluk, ilerleyen dönemde kuruma görülür. Bitkilerde kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek aşırı miktardaki su kaybı olarak ifade edilebilir (Eriş, 1990; Smirnoff, 1993; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Toprakta yeterli su varlığına karşın, çeşitli nedenlerle bitkinin sudan yararlanamaması ise fizyolojik kuraklık olarak tanımlanır. Toprak yeterli miktarda su içermesine rağmen toprağın su tutma kapasitesi, bitkinin emme kuvvetinden fazla olması durumunda bitkiler suyu alamayarak kuraklık stresine girmektedir. Toprakta meydana gelen tuzluluk, toprak çözeltisinin ozmotik değerini artırarak toprak suyunun bitkiler tarafından alınımını güçleştirmekte, böylece bitkinin fizyolojik kuraklık ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır (Çırak ve Esendal, 2006).

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

Topraktaki su miktarı “devamlı solma noktasında” ise (=toprakta bulunan su miktarının bitkinin kaybettiği su miktarından çok düşük olması, bitki hücrelerinin turgorlu duruma geçmesini sağlayamayacak kadar düşük olduğu değerdir.) bitkide solma gerçekleşir. Devamlı solma noktasında toprağın su potansiyeli çoğu yerlerde -1 MPa (megapaskal= su potansiyeli birimi) ile -2 MPa arasındadır. Ortalama olarak da -1,5 MPa’dır. Bitkinin kuraklık stresine girmesindeki en önemli olgu topraktaki su potansiyelinin azalmasıdır. Toprakta yeterli su bulunamaz ve bitki transprasyonla su kaybetmeye devam ederken tolerans mekanizmalarını çalıştıramazsa su stresi başlar. Topraktaki su potansiyeli daimi solma noktasına geldiğinde (-1.5 Megapaskal) yaprakların su potansiyeli kökün ve toprağın su potansiyelinin aşağısındadır. Yani bir su potansiyeli farkı olmasına rağmen bitki su alamaz ve solmaya baslar. Bu uzun süre devam ederse bitki kuruyarak ölür. Toprakta su çok azaldığında, toprak kolloidlerince daha fazla çekildiğinden, köklerin emme gücü kolloidlerin emme gücünü yenemez ve su alımı olmaz. Böylece yaprak ve köklerde daimi solma noktasında, solma gerçekleşmiş olur (Kocaçalıskan, 2003).

Bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktörlerden biri de kuraklık stresidir (Asraf ve ark., 2002; Gong ve ark., 2005; Martinez ve ark., 2007; Sankar ve ark., 2008). Kuraklık, bitkilerde fotosentezin engellenmesi sonucu klorofil içeriği ve bileşenlerinde çeşitli değişikliklere neden olması yanında fotosentetik düzende de zararlanmalar ortaya çıkmasıdır. Ayrıca Kelvin döngüsünde görevli enzim ve fotokimyasal aktivitelerde aksaklıklara yol açmaktadır. Bitkinin fotosentetik düzeninde oluşan aksamlar sonucu reaktif oksijen radikalleri (ROS) ile antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki denge bozulur. Stres sonucu, ROS birikimine neden olarak proteinlerin ve diğer hücresel bileşenlerin yapısı bozulmaktadır.

Su noksanlığı bitkilerde turgorite kaybıyla beraber ozmotik potansiyelin de azalmasına neden olmaktadır. Su noksanlığına bir cevap olarak ortaya çıkan bu durum, bitkide çeşitli eriyebilir maddelerin birikimine neden olmakta ve vakuolden yapraklara su ile birlikte taşınan ozmotik maddelerin miktarlarında artışlar görülmektedir. Bu durum kök bölgesindeki ozmotik potansiyel ve su alımı mekanizması çerçevesinde ozmotik uyum veya ozmoregülasyon olarak tanımlanmaktadır. Ozmotik uyum kuraklık, su ve tuz stresine karşı bitkinin yaşamsal

faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından oldukça önemli bir mekanizmadır. Bu yaşamsal faaliyetler arasında stomal ve fotosentetik uyum mekanizmaları, bitki gelişmesi ve ürün vermesi ile hücre gelişiminin devamlılığı sayılabilir (Pesserakli, 1987).

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkileyen ve özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli faktörlerdir. Stres faktörleri ve bitkinin stres koşullarında geliştirdiği mekanizmalar açısından bir değerlendirme yapıldığında her iki stres faktöründe de strese cevap niteliğinde, belirli parametrelerde değişiklikler olmakta ve bu değişiklikler iki faktör açısından değerlendirildiğinde birbirine yakın sonuçlar vermektedir.

Diğer birçok stres faktöründe olduğu gibi tuz ve su stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta böylece CO_2 gazının girişi de engellenmektedir. Karbondioksit fiksasyonunda kullanılmayan elektronlar ile absorbe edilen ışık enerjisi O_2'nin aktivasyonunda kullanılmaktadır. Stres altındaki bitkilerde artan ROS hücrelere zarar vermekte, protein membran lipitleri, nükleik asitler ve klorofil gibi hücre bileşenlerinde zararlar meydana getirmektedir.

Tuz ve kuraklık stresi sonucunda ROS'u zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri bitkilerin oksidatif strese karşı en önemli dayanım mekanizmalarıdır. Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidan savunma sistemlerine sahip olup bunların başında vitamin E, vitamin C, glutatyon ve karotenoidler gelirken; süper oksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler en etkin antioksidatif enzimler arasındadır.

Özellikle stres koşullarında oksijen radikallerini etkisiz duruma getirmede etkili bir diğer antioksidanın da sitrullin olduğu bildirilmektedir. Stres sonrası majör aminoasit durumuna geçen sitrullinlerin özellikle serbest oksijen radikallerinin tutulması ve DNA'nın korunmasında oldukça etkili bir rolünün olduğu ileri sürülmektedir (Kawasaki ve ark., 2000; Akashi ve ark. 2001; Fang ve ark., 2002).

Kuraklık ve tuzluluk yavaş ve uzun süren bir karaktere sahiptir. Bu karakterleri kuraklığa ve tuzluluğa karşı alınması gereken tedbirlerinde uzun dönemde ortadan kaldıracak özellikte olmasını gerektirmektedir (Wilhite ve ark.,

2000). Bu amaçla kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Tuzluluk ve kuraklık sorununun potansiyel olarak mevcut olduğu, ülkemizin kurak ve yarı kurak birçok bölgesinde açıkta yetiştiriciliği yapıldığı gibi örtü altında da gün geçtikçe artan bir ilgiyle tarımı yapılan kavun; tuza orta derecede tolerans gösteren bir sebze türüdür (Shannon ve Francois 1978; Nukaya ve ark., 1980; Meiri ve ark., 1982). Kavunun anavatanı Güneydoğu Afrika olmakla birlikte (Pitrat ve ark., 1999), buradan İran ve Tükmenistan'a geçtiği daha sonra da dünyanın diğer bölgelerine yayıldığı; gen merkezi içerisinde Anadolu, İran ve Afganistan'ın da bulunduğu bildirilmektedir (Sarı ve ark., 2000). Özellikle Van ili ve çevresi, kantalop kavununun (*Cucumis melo* var. *cantaloupensis*) orijin merkezlerinden birisi olarak gösterilmektedir (Günay 1975; Bayraktar 1979, Günay 1992).

TÜİK verilerine göre Türkiye'de yaklaşık 100-110 bin hektar alanda kavun yetiştirilmekte ve bu alanda 1.8 milyon ton dolaylarında üretim gerçekleştirilmektedir (Anonymous, 2009).

Dünya toplam kavun ekiliş alanı 1.3 milyon hektar civarında, üretim miktarı ise 26-27 milyon ton dolaylarındadır (Anonymous, 2010). Türkiye dünya üretiminde % 7'lik bir pay ile Çin'den sonra ikinci üretici ülke olarak yer almaktadır.

Küresel iklim değişikliği ile birlikte oluşan tuzluluk ve kuraklık gibi çevresel etmenler son yıllarda kavunda verim değerlerinin azalmasına da neden olmuştur. Oluşan bu stres faktörlerine karşı bazı kültürel önlemler alınabilmekte ise de bu önlemler sınırlı, maliyetli ve zaman alıcıdır. Bu bakımdan tuzluluk ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi uzun vadede daha kalıcı bir önlemdir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde tercih edilen kavun yetiştiriciliği, özellikle tuz ve kurak stresine toleranslı genotiplerin belirlenmesi ile bu alanların daha aktif kullanılmasına ve değerlendirilmesine imkân sağlayacaktır.

Türkiye kavunun sekonder genetik çeşitlilik bölgesi içindedir ve sahip olunan bu genetik zenginliğin içinde tuza ve kuraklığa toleransı yüksek materyalin bulunması kuvvetle muhtemeldir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan bir koleksiyonun içinden, daha önce tuza tolerans düzeyleri üzerinde yaptığımız çalışmanın sonuçları

da göz önünde bulundurularak (Kuşvuran, 2004), seçilen bir genetik materyal içerisinde tuzluluk ve kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi, kavunda tuza ve kuraklığa tolerant olarak seçilecek az sayıda genotiple çalışılarak kavun genotiplerinin stres koşullarında geliştirdikleri korunma mekanizmalarının araştırılması ve bu iki farklı strese karşı toleransın özelliklerinin fizyolojik mekanizmaları arasındaki ilişki ve bağlantılar olup olmadığının ortaya çıkarılması, kuraklık ve tuza tolerans mekanizmalarında sitrullinlerin rolünün bulunup bulunmadığının incelenmesi ve ayrıca antioksidatif savunma mekanizmalarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Bitkilerde Tuz Stresi

2.1.1. Toprakta Tuzluluğa Neden Olan Faktörler

Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkan tuzluluk, üretimi sınırlandıran en önemli sorunlardan biridir (Asraf, 1999).

Toprak tuzluluğu yağışın az olduğu alanlarda toprakta fazla miktarda NaCl birikimi olarak ifade edilirken, Yakupoğlu ve Özdemir (2007), bitkilere zarar verecek düzeyde çözünen tuz veya değişebilir sodyum ya da bunların ikisini birden içeren toprakları tuzlu toprak olarak isimlendirmiştir. Genel olarak saturasyon ekstraktında 4 mmhos.cm^{-1}'den fazla tuz içeren toprak tuzlu olarak tanımlanmaktadır (Karanlık, 2001).

Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamıyorsa, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olabilir (Uygan ve ark., 2006).

Richard (1954), kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzların derinlere taşınamadığını, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban sularının kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabildiğini ifade etmektedir. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular, toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır.

Sodyumun neden olduğu toprak alkaliliği tuzluluğun farklı bir şeklidir. Kil yüzeyindeki değişebilir sodyum yüzdesinin toplam katyon değişim kapasitesine oranı

% 6'yı geçtiği durumlarda toprak, alkali olarak nitelendirilmektedir. Dünyada sulanan alanların yaklaşık yarısı taban suyu, tuzluluk ve alkalilik etkisi altındadır (Szabolics, 1985). Ülkemiz topraklarının tuzluluk durumu ise Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye'de sorunlu toprakların dağılımı (Sönmez, 2004)

Sorunun Niteliği	Alan (ha)	Sorunlu Alanlara Göre (%)
Hafif Tuzlu	614617	41.0
Tuzlu	505603	33.0
Alkali	8641	0.5
Hafif Tuzlu-Alkali	125863	8.0
Tuzlu-Alkali	264958	17.5
Toplam	1518722	100.0

Tuzluluk miktarı, çoğunlukla bitkinin kök bölgesinden alınan doymuş toprak çamuru örneğinin (ECe) elektrik iletkenliği birimi cinsinde hesaplanmakta, zaman ve derinlik bakımından ortalama ölçüsü bulunmaktadır. Tuzun varlığı, toprağın su tutma kapasitesini düşürür. Tuzluluk derecesi ile sodyum absorbsiyon oranı, hidrolik iletkenlik ve sızma hızı arasında bir etkileşim vardır (Shannon ve Grieve, 1999).

Çizelge 2.2. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk Derecesi (Sönmez, 2004)

Elektriksel İletkenlik (EC dS/m)	Tuzluluk Derecesi
0-2	Tuzsuz
2-4	Çok hafif derecede tuzlu
4-8	Orta derecede tuzlu
8-15	Yüksek derecede tuzlu
>15	Çok fazla tuzlu

Sodyum toprak kompleksleri üzerinde çok gevşek tutulur. Bu nedenle su ile kolayca taşınarak topraktan yıkanır. Sıcak bölgelerde toprakta bulunan Na konsantrasyonu 0.1-1.0 mM iken, sulanan kurak ve yarı kurak bölgelerde bu değer 50-100 mM olmakta ve bu da birçok bitki çeşidinin büyümesinde sorunlara neden olmaktadır (Bergman, 1992; Karanlık 2001).

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca

bitkiye zararlı olmaktadırlar. Bitki üzerinde, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yaparlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta, hatta durmaktadır (Köşkeroğlu, 2006).

Tuzlu topraklarda su ozmotik olarak kuvvetli bir şekilde bağlanmış olup, bu durum fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır. Fizyolojik kuraklık durumunda, topraktaki su miktarı bitki için yeterli düzeyde olsa bile ozmotik olarak toprak çözeltisinde kuvvetli bağlanan su bitki tarafından alınamamaktadır (Jacoby, 1994).

2.1.2. Sulama Sularında Tuzluluk

Tuzlu topraklar genellikle ana materyal veya sulama, sızıntılar ve yüksek taban suyundan iletilen tuzlar nedeniyle meydana gelmektedir. Artan dünya nüfusu ve beraberinde getirdiği gıda ihtiyacı mevcut tarım alanlarının yoğun şekilde kullanımını gerektirmektedir. Yoğun arazi kullanımı ise daha fazla sulama yapılması anlamına gelmektedir. Fakat sulama suyu toprağa bitkilerin kullandığından daha fazla tuz getirmekte ve sonuç olarak toprak tuzluluğu sulamayla artma eğilimi göstermektedir (Rhoades, 1992).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde elverişli suların yetersiz kalması nedeniyle, bu bölgelerde mevcut olan daha az nitelikli sulardan yararlanılmaktadır. Ancak bu tip nitelikli olmayan ya da tuzlu suların kullanımı, toprakta tuzluluk sorunu önceden olmasa bile, zamanla toprakta biriken tuz miktarında artışa neden olmakta, sonuçta ürünün verim ve kalitesinde azalmalar ortaya çıkmaktadır.

Sulama suyu olarak kullanılan tüm yüzey ve yer altı sularında değişen miktarlarda çözünmüş tuzlar bulunmaktadır. Sulama suları içerdiği tuz yoğunluğuna göre Çizelge 2.3.'te gruplandırılmıştır.

Çizelge 2.3. Sulama sularının içerdikleri tuz yoğunluğuna göre sınıflandırılması (Anonymous, 2000)

Suyun sınıfı	EC (dS/m)	Tuz yoğunluğu (mg/l)	Suyun tipi
Tuzsuz su	< 0.7	< 500	İçilebilir ve sulamada kullanılabilir
Az tuzlu su	0.7 – 2	500 – 1500	Sulama suyu
Orta tuzlu su	2 – 10	1500– 7000	Birinci derecede drenaj ve yeraltı suyu
Yüksek tuzlu su	10- 25	7000–15000	İkinci derecede drenaj ve yeraltı suyu
Çok yüksek tuzlu su	25- 45	15000–35000	Çok tuzlu yeraltı suyu
Tuzlu su	> 45	> 45 000	Deniz suyu

Garca-Sanchez ve ark. (2003), sulama suyu kalitesi ve tuzluluğun limon ağaçlarında verim, meyve kalitesi ve mineral element içerikleri üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada; üç farklı EC değerine (1, 2.5, 4 dSm^{-1}) sahip sulama suyu kullanmışlardır. İki yıllık bir arazi çalışması sonucunda, sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artışı ile meyve verim ve kalitesinde azalmalar meydana geldiğini, yapraklarda Na ve Cl iyon içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir.

Yurtseven ve ark. (2005), domates bitkilerinde dört farklı tuzluluk düzeyinde (0.25, 2.5, 5.0 ve 10 dSm^{-1}) sulama suyu kullanmışlardır. Sulama suyundaki artan tuz seviyesi, bitkilerin su tüketimini azaltmış böylece bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Araştırıcılar, 10 dSm^{-1} tuz düzeyinde su tüketiminin kontrol bitkilerine oranla % 56 kadar azaldığını bildirmişlerdir.

Ünlükara ve ark. (2008), kemer patlıcan çeşidinde farklı tuzluluk seviyelerine sahip sulama sularının (1.5, 2.5, 3.5, 5.0, 7.0 dSm^{-1}) büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerinin araştırmışlardır. Tuz seviyesinde artışla birlikte su kullanım etkinliği azalmış, yapraklarda K iyon içeriği azalırken, yapraklarda Cl iyon miktarında artışlar meydana gelmiştir. 1.5 dSm^{-1} sulama suyunda meyve verimindeki azalma % 13 olarak belirlenirken; 7.0 dSm^{-1} tuzluluk seviyesine sahip sulama suyunda meyve verimi kontrol bitkilerine oranla % 63 oranında azalma göstermiştir.

2.1.3. Bitkilerde Tuz Stresi ve Ortaya Çıkan Zararlar

Bitkiler tuz koşullarındaki davranışlarına göre halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar. Halofitler iyonların birikimi ile yüksek turgor potansiyeline sahip olan, böylece tuzun yüksek konsantrasyonlarında yaşayabilme yeteneğine sahip olan bitkilerdir. Bu bitkiler arasında deniz börülcesi (*Salicornia herbecea*) ve kara pazı (*Atriplex vericaria*) obligat halofit olarak bilinen ve yüksek tuz koşullarında yaşayabilen bitkilerdir. Ayıkulağı (*Aster atripalium*) ve sinir otu (*Plantago vesicaria*) gibi bitkiler ise düşük tuz seviyelerinde normal gelişimlerini sürdürebilen halofit bitkiler arasında yer almaktadır. Bunların aksine yüksek bitkilerin tamamı glikofit bitkiler içerisinde yer almakta ve bu bitkiler tuz stresi koşullarında ozmotik düzenlemeyi gerçekleştirememektedir (Levitt, 1980; Ellialtıoğlu ve Tıpırdamaz, 1998; Yaşar, 2003; Asraf, 2004; Kuşvuran, 2004).

Bitkilerin geliştiği tuz ortamı, düşük ozmotik potansiyel, spesifik iyon etkisi ve beslenme dengesizliği gibi nedenlerle birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Tüm bu faktörler bitkiyi fizyolojik ve biyokimyasal seviyelerde etkilemekte, bitki gelişiminde olumsuzluklara yol açmaktadır.

Genel olarak tuz, daha küçük yapı, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, klorofil miktarında azalma, meyve tat ve kalitesinde bozulma ve buna bağlı olarak verimde düşüş tuz stresinin ortaya çıkardığı etkiler arasında yer almaktadır (Shannon ve Grieve, 1999; Asraf, 2004).

Yüksek tuz konsantrasyonları, bitki hücresinde birçok olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Bu olumsuzluklar başlıca üç aşamada sıralanabilir (Marschner, 1995; Yaşar, 2003; Borsani ve ark., 2003; Xue ve Liu, 2008).

1. Su stresi
2. Na ve Cl iyonlarının yüksek konsantrasyonu nedeniyle oluşan iyon toksitesinin hücrede meydana getirdiği zararlar

3. Na ve Cl birikimi sonucu Ca ve K iyonlarının hücre içerisindeki dengesinin bozulması

Toprakta bulunan tuz seviyesindeki artış ile suyun ozmotik potansiyeli düşmekte, böylece bitki fizyolojik kuraklık stresine de maruz kalmaktadır (Levitt, 1980). Munns ve Termaat (1986), tuzluluk sonucu ortaya çıkan zararların ilk belirtisinin su eksiliği nedeniyle meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırıcılar yüksek tuz konsantrasyonlarının su eksikliği nedeniyle bitki büyümesini sınırlandırdığını, bunun Na ve Cl iyonlarının yapraklarda meydana getirdiği zarar ve bunun devamında besin maddelerinin taşınımı sırasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde, hücre turgorunu kaybederek suyun kimyasal aktivitesi azalmakta, bu da kuraklık benzeri bir etkiye neden olmaktadır (Borsani ve ark., 2003).

Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transprasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO_2 asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişme gerilemektedir (Karanlık, 2001; Yaşar, 2003).

Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzluklar çıkmaktadır (Yaşar, 2003)

Sodyum bitkide hem floem, hemde ksilem iletim demetlerinde hareket edebilme yeteneğinde olan bir elementtir. Bu nedenle özellikle Na, bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu etki daha çok yaşlı yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrotik lekelere kadar dönüşen semptomlar şeklinde görülmektedir (Aktaş, 2002).

Ortamda sodyum klorürün fazla olması, Na ve Cl iyonlarının hücrelerde konsantrasyonunun artmasına ve hücresel sistemlerde bozulmalara neden olmaktadır.

Birçok araştırmacı hem floem hem de ksilem içerisinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan Na iyonun, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmiştir (Bohra ve Döffling, 1993; Marschner, 1997, Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004).

Yapraklarda artan Na konsantrasyonu fotosentez ve transprasyonu olumsuz yönde etkilerken, Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksiklikleri ortaya çıkmaktadır (Romero ve ark., 1997). Genellikle Ca ve K tuz stresi koşullarında olumsuz etkilenerek iyon konsantrasyonlarında azalma meydana gelmektedir (Khan, 1993; Al-Harbi, 1995).

Niu ve ark. (1995), Na ve K iyonlarının benzer katyonlar olması nedeniyle rekabet halinde olduğunu belirtirken, Debouba ve ark. (2006), Na ve K iyonlarının hücresel seviyede rekabete girdiklerini, Na iyonunun doku içerisine girerek membranlarda konsantrasyonunun artması ile membranda depolarizasyona neden olduğunu, bu durumun KOR (Potasyum Outward Rectifier) kanallarının açılarak potasyum kaybına neden olduğunu ifade etmiştir.

Ca hücre içerisindeki iç dengenin sağlanabilmesi için oldukça önemli bir elementtir. Hücre zarının sağlamlaştırılması, iyon alınımında ve taşınımında seçiciliğin sağlanması bakımından etkili olan Ca iyonu aynı zamanda NaCl hücre içerisinde artışına bağlı olarak sitozolik Ca artışı ile bir stres işaretçisidir (Lynch ve ark., 1989). Marshner (1995), Ca düzenleyici etkinin, iyon alınımı ve taşınımı sırasında seçiciliği kontrol ederek membran bütünlüğünün korunmasında anahtar rol oynadığını, Niu ve ark. (1995) ise stres karşısında inhibitör gibi davranarak enzim faaliyetlerinde etkili olarak strese adaptasyonda önemli bir yere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Altı farklı hıyar (*Cucumis sativus* L.) çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 0.8, 4.0, 6.0, 9.0, 12, ve 15 $dS.m^{-1}$) gösterdikleri tepkilerin incelendiği bir çalışmada, artan tuz konsantrasyonları çimlenme ve kök oluşumunda azalmalara neden olmuş, bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Bitki dokularında artan Na ve Ca iyon konsantrasyonları belirlenirken, K ve Mg iyon konsantrasyonlarında azalmalar belirlenmiştir. Serada yapılan verim ve meyve kalitesi denemelerinde 1.6 ve 4.0 dSm^{-1} olmak üzere iki farklı tuz konsantrasyonu

kullanılmıştır. Sonuçta, yüksek tuz konsantrasyonu meyve veriminde azalmalara neden olmuş ancak meyve kalitesini etkilememiştir (Jones ve ark., 1989).

Galia, BG 3 ve BG 5 kavun çeşitlerinin tuzlu su ile sulanan koşullarda, bitki ve meyve gelişimi üzerine etkilerin araştırıldığı bir çalışmada, tüm çeşitlerin vegetatif gelişimi ve meyve ağırlığında azalma meydana geldiği, BG 3 ve BG 5 çeşitlerinin Galia çeşidine göre tuzlu koşullarda daha iyi bir performans gösterdiği bildirilmiştir (Mendlinger ve Pasternak, 1992b).

Revigal kavun çeşidinin farklı gelişim aşamalarında uygulanan tuz stresi sonucundan çimlenme oranlarında bitki boy, yaş ve kuru ağırlık değerleri ile yaprak alanı oranlarında azalmalar belirlenmiştir. Yapraklarda biriken toksik Na ve Cl iyonuna bağlı olarak K miktarında kayıplar meydana gelirken, meyve sayısı ve çapında azalma kaydedilmiştir. Su kültüründe gerçekleştirilen çalışma sonucunda, yüksek tuz konsantrasyonlarının ekonomik üretimi olumsuz etkileyeceği, Revigal çeşidinin tuz stresine orta tolerant olduğu bildirilmiştir (Franco ve ark., 1993).

Çeltikte yapılan bir çalışmada, farklı tuz dozları (0, 30, 50 mM NaCl) altında yetiştirilen bitkilerde yapraklar genç ve yaşlı yaprak olarak ayrılmış ve bu organlarda protein, klorofil içeriği ile hücre zararlanması (membrane injury index) ve malondialdehit üretimi incelenmiştir. Sonuçta stres sonucu kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısında bir farklılık meydana gelmemekle birlikte, stres koşullarında yetiştirilen bitkilerin daha küçük yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca 50 mM NaCl ilave edilmiş ortamda yetiştirilen bitkilerde protein içeriği azalırken, genç yaprakların yaşlı yapraklara oranla daha fazla protein içerdiği belirlenmiştir. Klorofil miktarı çalışmada kullanılan tüm çeşitlerde azalmış, ancak genç ve yaşlı yapraklar arasında bir fark bulunamamıştır. Tuz stresine hassas olan çeşitlerde hücre zararlanması ve malondialdehit üretimi yaşlı yapraklarda daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Franco ve ark. (1997), kavunda yaptıkları bir çalışmada üç farklı tuzluluk seviyesinde (2.5 (kontrol), 5.0, 7.5 dSm^{-1}) yetiştirdikleri bitkilerde, tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak yaprak alanı ve meyve verimlerinde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Katerji ve ark. (1997), domates bitkisini çakıl ve tınlı toprak kullandıkları ortamlarda yetiştirmişler ve üç farklı tuz seviyesinde sulamaları (0.9, 2.3, 3.6 dSm^{-1}) gerçekleştirmişlerdir. Tuz seviyesindeki artış sonucu her iki yetiştirme ortamında da yaprak su potansiyeli, stoma geçirgenliği, evapotransprasyon ve yaprak alanı değerlerinde kayıplar meydana gelmiştir. Araştırıcılar özellikle meyve veriminin en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla % 60 oranında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Carjaval ve ark. (1998), kavunda farklı tuz konsantrasyonlarının (20, 40 ve 60 mM NaCl), bitki gelişimi, ozmotik düzenleme ve su ilişkisi üzerindeki etkilerini fide, çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve gelişimi dönemlerinde incelemişlerdir. Tüm dönemlerde stoma geçirgenliği, bitki gelişimi ve ozmotik potansiyel artan tuz konsantrasyonu ile azalmıştır. Yapraklardaki toplam şeker miktarı tuz uygulamasının hemen ardından artarken ilerleyen dönemlerde kontrol bitkilerine yakın değerler almışlardır. Yapraklarda Na ve Cl iyonları artarken K miktarında ise azalma belirlenmiştir. Çalışmada bitki gelişimi ve meyve tutumu gibi parametrelerin azalmasında toksik iyon birikimin etkisinin olduğu, ozmotik uyumun sağlanması amacı ile inorganik bileşiklerin organik bileşiklerden bünyede daha hızlı arttığı ifade edilmiştir.

Akıncı (1999), 75, 150, 200 ve 250 mM NaCl içeren tuz çözeltisi ile sulanan kavunda genotiplerin, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme oranının düştüğünü ve çimlenme süresinin geciktiğini bildirmiştir.

Domates ve kavun bitkilerinin farklı tuz konsantrasyonlarına sahip besin solüsyonu ile sulandığı bir çalışmada (EC= 4, 6 ve 8 dS m^{-1}), tuz uygulamasından 84 gün sonra bitkilerde yaprak su içeriği, net fotosentez oranı, iyon konsantrasyonu ve bitki gelişimi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kavun bitkilerinin 6 ve 8 dS $m^{-}1$ tuz konsantrasyonlarında domates bitkilerine oranla daha büyük gövde ağırlığı ve yaprak alanı oluşturduğu belirlenmiştir. Buna karşılık net fotosentez içeriği bakımından tüm tuz konsantrasyonlarında domates bitkisinin daha yüksek değerlere sahip olduğu, kavun bitkilerinin yapraklarında daha yüksek oranlarda Cl iyonu biriktirdiği belirlenmiştir. Bu nedenle bitki gelişimi kavunda domates bitkilerine oranla daha

düşük bir izlemiştir. Çalışma sonunda domatesin kavuna oranla daha tolerant olduğu bildirilmiştir (Amor ve ark., 2000).

Sonar ve Lamuyo hibrit biber çeşitlerinde yapılan bir tuzluluk çalışmasında bitkilere farklı dozlarda (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM) NaCl uygulanmış ortamlarda çimlenme, bitki ve meyve gelişimi incelenmiştir. 50 mM tuz uygulaması tohum çimlenmesini geciktirirken, 100 ve 150 mM NaCl dozlarında çimlenme engellenmiştir. Bitki gelişimi 10 mm'dan daha yüksek konsantrasyonlarda yavaşlarken, 25 mM ve üstünde tuz uygulanan ortamlarda yetiştirilen bitkilerde bitki uzunluğu, kuru ağırlık ve yaprak alanlarında azalma meydana gelmiştir. Bu bitkilerde köklerde Na birikimi artarken, Cl iyonlarının yapraklarda artış gösterdiği belirlenmiştir. her iki çeşitte de meyve verimi azalmış, 150 mM'da yetiştirilen bitkilerde bu azalma kontrol bitkilerine oranla % 95 oranında olmuştur. Araştırıcılar çalışma sonunda Lamuyo hibrit çeşidinin Sonar çeşidine göre tuz stresine daha hassas olduğunu bildirmişlerdir (Chartzoulakis ve Klapaki, 2000).

Farklı iki sorgum genotipinin tuz toleransının belirlendiği bir çalışmada, bitkiler fide döneminde 0 ve 100 mM NaCl içeren ortamlarda tuz stresine maruz bırakılmışlardır. Tuz stresinin gövde ve yaprak gelişimini azalttığı, yapraklarda zararlanmalar ortaya çıkarttığı gözlenmiştir. Çalışmada, toksik iyon birikiminin yaprağın alt kısımlarında uç kısımlara oranla daha yüksek olduğu, bununla birlikte K iyon konsantrasyonun da azaldığı bildirilmiştir. Özellikle bu değişimlerin tuza hassas olan genotipte daha hızlı gerçekleştiğini ifade eden araştırıcılar, yapraklarda meydana gelen değişimlerin toksik iyon konsantrasyonundaki artış ve buna bağlı olarak azalan K iyon konsantrasyonuna dayandırmışlardır (Lacerda ve ark., 2003).

Asraf ve ark. (2003), 0 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarında yetiştirilen iki farklı bamya çeşidinin (Posa Sawni ve Sabz Bhindi) iyon değişimi, su içeriği ve büyüme parametreleri bakımından ortaya çıkarttıkları farklılıkları incelemişlerdir. Sabz Bhindi çeşidinin; kök, gövde taze ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve yaprak alanı bakımından Posa Sawni çeşidine göre daha iyi bir performans gösterdiği, yaprak su içeriğinin de Posa Sawni çeşidine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kök ve gövde de yapılan iyon analizleri sonucunda Na, Cl, K ve Ca iyon konsantrasyonları ile K/Na ve Ca/Na oranları bakımından çeşitler arasında fark

olmadığı belirlenmiştir. Her iki çeşitte de tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin gövde ve kök kısımlarında Na ve Cl iyonlarında artış belirlenirken, K ve Ca iyon konsantrasyonlarında azalma kaydedilmiştir. Sabz Bhindi çeşidinin tuz uygulanmayan ve uygulanan ortamlarda daha yüksek CO_2 asimilasyon oranı, transprasyon ve stomal iletkenlik gösterdiği, çalışmada kullanılan bamya çeşitleri arasında tuza tolerant bakımından farklılıklar olduğu bildirilmiştir.

Galia ve Amarillo Oro kavun çeşitlerinde farklı tuz seviyelerine sahip (1.3 ve 6.1 dSm^{-1}) sulama sularının bitkinin farklı gelişim aşamaları, meyve kalite ve verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 1.3 dSm^{-1} seviyesi kontrol olarak kabul edilirken, 6.1 dSm^{-1} tuz uygulaması olarak kabul edilmiştir. Tuz uygulamaları her iki çeşitte de vegetatif gelişmeyi olumsuz etkilerken, meyve verim ve kalitesi bakımından Galia çeşidi Amarillo Oro çeşidine göre daha yüksek bir performans göstermiştir. Galia çeşidinde meyve verimi bakımından kontrol bitkilerine göre % 12 oranında bir azalma kaydedilirken, Amarillo Oro çeşidinde meydana gelen kayıplar % 39 oranlarında seyretmiştir. Çiçeklenme sayısı Amarillo Oro çeşidinde önemli bir miktarda azalmış buna karşılık Galia çeşidinde tuz uygulamasının çiçeklenmeyi sadece geciktirdiği araştırcılar tarafından ifade edilmektedir. Aynı çalışmada yaprak ve gövdede Na ve Cl iyonlarının konsantrasyonları da incelenmiştir. Tuz uygulamasına bağlı olarak yaprak ve gövde kısımlarında Na ve Cl iyonları artış göstermiştir. Ancak bu artış Amarillo Oro çeşidinde % 70 oranında meydana gelirken, kısmen doku toleransı gösteren Galia çeşidinde Na iyonu konsantrasyonu kontrol bitkilerine göre % 45 oranında kalmıştır. Tüm bitki organlarının analiz edildiği çalışmada, Cl iyonu seviyesi Amarillo Oro çeşidinde Galia çeşidine oranla daha yüksek bulunmuştur. Meyve kalitesi bakımından da incelenen çeşitlerde tuz uygulamasına bağlı olarak SÇKM ve titre edilebilir asitlik miktarlarında artış meydana geldiği ifade edilmektedir. Çalışma sonucunda tuz uygulaması karşısında Galia çeşidinin Amarillo Oro çeşidine göre tuz stresine daha tolerant olduğu vurgulanmaktadır (Botia ve ark., 2005).

Chibli F_1 domates çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarında tepkilerinin incelendiği bir araştırmada (0, 25, 50 ve 100 mM NaCl), tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak bitkilerin kuru ağırlık ürünlerinde azalma, yaprak ve kök

kısımlarında protein içeriğinde düşüş meydana geldiği belirtilmiştir. Yaprak su içeriği bakımından en yüksek değerler 25 mM tuz konsantrasyonunda elde edilirken, artan tuz konsantrasyonu yaprak su içeriğinde önemli azalmalara neden olmuştur. Araştırıcılar Na ve Cl iyonlarının birikimi nedeniyle yaprak ve kökte K ve NO_3 iyon konsantrasyonlarında azalma gerçekleştiğini ayrıca nitrat redüktaz enzim aktivitesinde de düşüşler görüldüğünü ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda domateste 100 mM tuz konsantrasyonunun yaprak su içeriği ve iyon dengesini olumsuz etkilediği, kuru madde miktarı ve enzim aktivitesinde düşüşlere neden olduğu bildirilmektedir (Debouba ve ark., 2006).

Dadkhah ve Grrifiths (2006), farklı tuz seviyelerinde (0, 50, 150, 250 ve 350 mM NaCl + $CaCl_2$) yetiştirdikleri dört şeker pancarı çeşidinde (British, 7233-P12, 7233-P21 ve 7233-P29) çeşitli büyüme parametreleri ile kuru madde oranlarını incelemişlerdir. On sekiz hafta süre ile sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde, yaprak alanı ve kuru madde birikimi gibi büyüme parametreleri, düşük tuz konsantrasyonunda (50 mM) benzerlik göstermiş ya da hiç etkilenme kaydedilmemiştir. Ancak tuz seviyesindeki artış ile birlikte büyümede azalma meydana gelmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonlarında P_{29} çeşidi en yüksek yaprak alanı ve kuru madde birikimini sağlamıştır. Çalışmada yapraklarda Na ve Cl içeriğinin tuz koşullarında artış gösterdiği, ancak tolerant olan P_{29} çeşidinde, toksik iyon birikiminin diğer çeşitlere göre daha az seviyede gerçekleştiği bildirilmektedir. 250 ve 350 mM tuz seviyelerinde yetiştirilen bitkilerin kök kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine oranla % 23.3 ile % 89.8 oranlarında azalırken, yeşil aksam kuru ağırlıklarında meydana gelen azalma % 1.1 ile % 77 arasında değişmiştir. Araştırıcılar bitkinin farklı kısımlarında kuru madde oluşturma oranının strese bağlı olarak değişmekle birlikte köklerde % 6-18 arasında azaldığını ifade etmişlerdir.

Trajkova ve ark. (2006), Na, Cl ve Ca tuzlarının hıyar bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, perlit ortamında yetiştirdikleri bitkilerin bir kısmına bitkileri EC 3.0 ve 5.0 dSm^{-1} olacak şekilde NaCl, diğer kısmına ise $CaCl_2$ tuzları kullanarak 134 gün süresince tuz stresine sokmuşlardır. Çalışma sonucunda her iki tuz stresi karşısında bitkilerin yaş ağırlık, kuru ağırlık ve meyve veriminde azalma meydana gelmiştir. NaCl kullanılarak oluşturulan tuz ortamında

bitkilerin genç ve yaşlı yaprak dokularında Na ve Cl iyon konsantrasyonlarında artış, K ve Mg iyon konsantrasyonlarında ise azalma belirlenmiştir. $CaCl_2$ uygulanan bitkilerin yaprak dokularında ise Ca ve Cl iyon konsantrasyonlarında yükselme meydana gelmiştir. Araştırıcılar hıyar bitkinsin NaCl nedeniyle meydana gelen tuz stresinden daha fazla etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Adavi ve ark. (2007), köpek dişi (bermuda çimi)'nde yaptıkları bir çalışmada artan tuz konsantrasyonunun (3.30, 6.93, 10.2, 14.8, 17.8 dSm^{-1}) bitkilerde renk, yaprak alanı, gövde ve kök kuru ağırlıkları ile stolon uzunluğu ve sayısında kayıplara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ghassemi-Golezani ve ark. (2009), artan tuz konsantrasyonunun soya fasulyesinde dane ağırlığında kayıplara neden olduğunu, bitki başına dane sayısı ile danede yaş ve protein içeriğinin azaldığını bildirmişler, proteindeki azalmanın tuz stresi sonucu nitrojen metabozlismasında meydana gelen zararlanmanın bir sonucu olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yetişir ve Uygur (2009), Crimson Tide karpuz çeşidi ve karpuza anaçlık potansiyeli olan 7 farklı kabak genotipini (*Cucurbita maxima*, *C. moschata*, *Luffa cylindrica*, *Benincasa hispida*, *Lagenaria siceraria* (Skp ve Birecik) köy çeşidi ve *L. siceraria* melezi (FRGold) 30 gün farklı tuz konsantrasyonlarına sahip (0, 4, 8, 12 ve 16 dSm^{-1}) sulama suyu ile yetiştirerek tuz stresine tepkilerini belirlemişlerdir. Stres sonucu bitki boyu, kök kuru ağırlığı, yaprak ve gövde kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığındaki azalma, yapraklarda Na, Ca ve K konsantrasyonu, Ca/Na ve K/Na oranları belirlenmiştir. *L. cylindrica* ve *B. hispida* kabak genotipleri dışında bütün kabak genotipleri tuz stresinden karpuza göre daha az etkilenmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte yapraklarda Na konsantrasyonu yükselmiştir. *L. cylindrica* yapraklarında Na birikimi en yüksek artışı gösterirken en düşük Na içeriği Birecik ve C. maxima'da belirlenmiştir. Ca/Na ve K/Na oranları tuz uygulaması ile birlikte azalmıştır. Yüksek bitki kuru ağırlığına sahip olan genotipler, daha yüksek Ca/Na ve K/Na oranlarına sahip olmuştur. Bitki büyüme parametreleri ile Ca/Na ve K/Na oranları arasında pozitif korelasyonlar bulunurken, Na içeriği ile negatif korelasyon tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *Cucurbita* ve *Lagenaria* türlerinin tuz stresine

L. cylindrica, B. hispida ve karpuza göre daha yüksek tolerans gösterdiği bildirilmiştir.

Hajloui ve ark. (2010) farklı tuz konsantrasyonlarının Aristo ve Arper mısır çeşitleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, artan tuz konsantrasyonun (0, 36, 68 ve 102 mM NaCl) toplam kuru madde içeriğinde azalmaya yol açarken, Na konsantrasyonun genel olarak köklerde yoğunlaşarak toksik iyonun genç yapraklara iletiminin sınırlandırıldığını ifade etmişlerdir.

Grewal (2010) yüksek tuz konsantrasyonlarının yeşil aksam ve kök gelişimi ile kök/gövde , su kullanım etkinliği gibi parametreleri olumsuz etkilediğini, tuza dayanıklı olan bitki türlerinde K/Na ve Ca/Na oranlarının daha yüksek bulunduğunu ifade etmiştir.

2.1.4. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Mekanizmalar

Abiyotik stres faktörlerden biri olan tuzluluk stresi karşısında bitkiler, kendilerini koruyabilmek için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Özellikle kendilerine zarar verebilecek düzeyde Na ve Cl iyonlarını farklı mekanizmalar kullanarak etkisiz hale getirmeye çalışmaktadırlar. Bitkiler toksik düzeydeki Na iyonuna karşı genel olarak dört farklı mekanizma ile tepki vermektedir.

Na pompaları (dışa verme): Bitkiler kendileri için, stres oluşturabilecek düzeyde tuzlulukla karşılaştığında kök hücrelerindeki Na pompaları ile fazla Na'u ortama geri vermekte böylece sitoplazmadaki Na konsantrasyonunu tolere edilebilir seviyede tutmaya çalışmaktadır (Schubert ve Lauchli, 1990; Yang ve ark., 1990).

Vakuollerde biriktirme: Bitkinin Na'mu vakuollerde biriktirerek kendine zarar vermesini önlemesi bir diğer önemli mekanizmadır. Munns (2002), tuza tolerant olan bitkilerin, hassas olanlara göre bünyelerine daha az oranlarda Na ve Cl iyonları aldıklarını, bu toksik iyonların vakuollerde biriktirilerek hücre duvarı ve sitoplâzmada oluşabilecek yıkımların engellendiğini, böylece tuz toksitesinden kendilerini koruduklarını bildirmiştir.

Hücre zarı geçirgenliği: Tuz stresi altında bulunun bazı bitkiler, Na ve K iyonlarının geçişlerini engelleyerek kendilerini tuz stresine karşı koruma eğilimindedir. Tuza tolerant olan bitkilerin tuzdan sakınımının ilk yeri kökler olup,

yüksek tuz konsantrasyonunda bitki tuzları ya içeri almamakta ya da bünyesine giren tuzu, enerji kullanarak dışarı pompalayıp kurtulmaktadır (Cheeseman, 1988; Murata ve ark., 1994).

Hızlı büyüme: Bitkilerin tuzdan sakınım amacıyla kullandıkları bir diğer mekanizmada hızlı büyüme göstererek birim hacimde alınan tuzun bünyede seyreltilmesidir. Hızlı büyüme sonucunda yapraklarda seyrelen tuz miktarı tolere edilebilir düzeylerde kalmaktadır (Tal, 1983).

Cano ve ark. (1991), domates tohumlarına, 0.5 ve 1.0 M NaCl kullanarak uyguladıkları priming (ön çimlendirme) sonucu, genç bitki aşamasında bitkilerin tuz stresine toleransının arttığını bildirmişlerdir. Priming uygulanan bitkiler genç bitki aşamasında 35, 70 ve 140 mM NaCl ile tuz stresine sokulmuş, priming uygulana bitkilerin uygulanmayan bitkilere oranla meyve verimleri artmıştır. Ayrıca 1.0 M NaCl ile priming yapılan bitkilerin fide döneminde uygulanan tuz stresi karşısında K/Na oranını daha yüksek tutarak NaCl etkilerinden kendilerini korudukları ifade edilmiştir.

Kaya ve ark. (2003), 60 mM NaCl ile sulanan kavun ve hıyar bitkilerinde kuru ağırlık, klorofil ve meyve veriminin kontrole göre önemli düzeyde azaldığını, tuzla birlikte 5 mM $Ca(NO_3)_2$ ile yetiştirilen bitkilerde $Ca(NO_3)_2$'ın tuzun olumsuz etkisini azaltarak incelenen parametreler bakımından artış sağlandığını bildirmişlerdir.

Tuza tolerant (Golden Promise) ve tuza hassas olduğu belirlenen (Maythorpe) iki arpa çeşidinde yapılan bir tuzluluk çalışmasında bitki gelişimlerinin NaCl uygulaması ile azaldığı belirlenmiştir. Golden Promise genç yapraklarında daha az miktarlarda Na iyonu barındırırken, hassas olan Maythorpe çeşidinde Na iyon konsantrasyonunu artmıştır. Tolerant olan çeşide ait genç yapraklarda daha yüksek oranda K/Na ve Ca/Na oranları tespit edilmiş olup, tuza dayanım bakımından K ve Ca oranlarının Na oranlarına göre daha yüksek olmasının etkili olacağı bildirilmiştir (Wei ve ark., 2003).

Sivritepe ve ark. (2005), Hasanbey ve Kırkağaç kavun çeşitlerinde yaptıkları bir araştırmada, tohumlarda 18 dSm^{-1} NaCl kullanarak 20°C'de üç gün süre ile priming uygulaması yapmışlardır. Çimlenme ve çıkış süresince priming yapılan

bitkiler 9.0 dSm^{-1} tuzluluk seviyesinde sulanırken, priming uygulanmayan bitkiler 0.3 dSm^{-1} seviyesinde sulama suyuyla sulanmıştır. 35 gün sonunda bitkiler priming yapılan ve yapılmayan olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 5 farklı sulama seviyesinde (kontrol, 4.5, 9.0, 13.5 ve 18.0 dSm^{-1}) sulanmışlardır. Doksan gün sonunda hasat edilen bitkilerde, artan tuz seviyesinin priming uygulanmayan bitkilerde büyüme ve gelişmeyi yavaşlattığı, priming uygulanan bitkilerde ise NaCl toksik etkisinin engellendiği görülmüştür. Yüksek tuz konsantrasyonlarında priming uygulanan bitkilerin Na iyonunu almayarak bünyelerinden uzak tuttuğu, bununla birlikte Ca iyonunu bünyelerinde biriktirme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Araştırıcılar kavunda yapılan priming uygulamalarının tuza toleransı artırabileceğini, tuz ortamlarına doğrudan ekilen kavun çeşitlerinde bu uygulamaların bitkilerin tuza adaptasyonunda etkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

Wolf ve ark. (1991), tuzu iyi tolere eden türlerde Na ve Cl iyonlarının yeşil aksam üzerinde dağılımının önemli olduğunu bildirmiş, tuza tolerant bitkilerin Na ve Cl iyonlarını daha çok yaşlı yapraklarda tutarak genç yapraklara iletimini kısıtladıklarını ifade etmişlerdir.

Yaşar ve ark. (2006b), tuza tolerans olduğu belirlenen Gevaş Sırık 57 (GS57) ve tuza hassas olduğu belirlenen 4F-89 French fasulye genotiplerinde yaptıkları bir çalışmada, genotiplerin 100 mM tuz uygulaması karşısında farklı organlarda iyon birikim mekanizmasını incelemişlerdir. Tuza hassas olan 4F-89 French tüm organlarında Na iyonunu biriktirirken, GS57 genotipi seçici davranarak, toksik Na iyonunu yaşlı yapraklar ve gövdede biriktirerek, genç yapraklara taşınımını engellemiştir. K iyonu konsantrasyonu ise Na konsantrasyonunun düşük olduğu organlarda daha yüksekken, Na konsantrasyonunun arttığı yaşlı yapraklarda daha düşük yoğunlukta kalmıştır. Ca içeriği her iki genotipte de genç yapraklarda azalmasına rağmen, diğer iyon birikimleri içerisinde en yüksek düzeyde konsantrasyonlarda yer almıştır. Çalışma sonucunda Na iyonun toksik etkisinden korunmak için çalışmada kullanılan genotiplerin bu iyonu yaşlı yapraklarda biriktirerek genç yapraklara taşınımının engellenmesi yolunu seçtiklerini bildirilmektedir.

Maggio ve ark. (2007), farklı tuz konsantrasyonlarında (EC 2.5 (kontrol), 4.2, 6.0, 7.8, 9.6, 11.4, 13.2, 15.0 dSm^{-1}) yetiştirilen domates bitkisinde, yapraklarda iyon, yeşil aksam ve köklerde kuru ağırlık değişimlerini incelemişlerdir. Tuz koşullarında yeşil aksam kuru ağırlıklarında azalma kaydedilirken, kök kuru ağırlıklarında artış belirlenmiştir. Araştırıcılar bu durumun, yapraklarda stres öncesi oluşturulan karbonhidratların, kök gelişimi için bitkinin alt kısımlarına aktarılmasının etkisi olabileceği üzerinde durulmuştur. Su kültürü ortamında yapılan çalışmada, özellikle yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla Na ve Cl iyon miktarlarında artış meydana geldiği bildirilmektedir. K ve Ca konsantrasyonları tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak azalırken, Ca miktarının daha kalın hücre duvarlarında biriktirilerek korunması nedeniyle yaşlı yapraklarda daha yüksek olduğu, rapor edilmiştir.

Hussain ve ark. (2008), farklı hint darısında yaptıkları bir çalışmada 0 (kontrol) ve 100 mM NaCl etkisini farklı büyüme aşamalarında (21 günlük fide ve 42 günlük fide) araştırmışlardır. Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak özellikle yeşil aksamda büyüme gelişimi azalmış ve bu etki hassas hatlarda daha belirgin gerçekleşmiştir. Çalışmada farklı büyüme aşamalarının bitkide iyon birikiminde değişimlere yol açtığı belirtilmiş, tuza hassas hatta stresin başlamasını takiben yeşil aksamda daha fazla Na ve Cl iyonlarının birikimine dikkat çekilmiştir. Tuz stresine tolerant olan hatta ise stres süresince daha yüksek oranlarda K iyon birikimi belirlenirken, Ca oranında azalma kaydedilmiştir. Araştırıcılar, tolerant hattın Na ve Cl iyonlarına karşı kendini koruyarak bir savunma mekanizması oluşturduğunu belirtmektedirler.

Kautgen ve Pawelzik (2009), Korona ve Elsenta çilek çeşitlerini 40 ve 80 mmol NaCl L^{-1} içeren tuzlu su ile sulayarak bitki gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bitkiler tuz stresi koşullarında taze yaprak, kuru ağırlıkları ve yaprak alanlarında kontrol gruplarına oranla kayıplar göstermiştir. Yapraklarda Na ve Cl iyonlarının toksik etkisinden kaynaklanan semptomlar meydana gelmiştir. Her iki çeşitte de Na alımı benzerlik göstermesine karşılık bitki içerisindeki dağılımı bakımından farklılıklar sergilemiştir. Özellikle Korona çeşidi Na iyonlarını petioller ve köklerde tutmak suretiyle yapraklara iletimini önleyerek kendini Na birikimine karşı koruyabildiğini bildirmişlerdir.

2.1.5. Tuz Stresinde Bitki Hücrelerinde Ozmotik Dengenin Sağlanmasına Yönelik Mekanizmalar

Strese maruz kalan bitkiler, ozmotik dengenin sağlanabilmesi için, stoplazma ve organellerinde çeşitli çözünebilir maddeler biriktirmektedirler. Bu maddeler enzimler üzerinde pozitif bir etki sağlaması dışında, membran bütünlüğünü de sağlayarak stres altındaki bitkilerde ozmotik düzenlemenin sağlanmasında rol oynamaktadırlar. Birçok çalışma glisinbetain ve prolin gibi organik maddelerin sentezlenmesi ile strese tolerans arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir (Asraf ve Foolad, 2007).

Munns (2005), tuz stresi altındaki bitkilerin tuzluluk nedeniyle meydana gelen ozmotik ve iyonik stres karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdiklerini belirtirken, Hong- Bo ve ark. (2006b), tuz stresine adaptasyonun genellikle potasyum, çözülebilir şeker, prolin ve betain gibi ozmo regülatörler ile sağlandığını bildirmişlerdir.

Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevini yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian ve ark., 1988). Ozmolit olarak görev yapmasının yanında, hücrelerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde etkli bir organik maddedir (Matysik ve ark., 2002).

Domateste embriyo kültürü sistemi kullanılarak yapılan bir çalışmada, 150 mM NaCl uygulanan ve uygulanmayan kontrol ortamlarında farklı dozlarda prolin ve glisinbetain etkisi araştırılmıştır. Tuz uygulanan ortamlarda embriyo gelişimi engellenirken, tuzun yanında besin ortamlarına prolin ve glisinbetain ilave edilmesi embriyoların gelişimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Araştırıcılar prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin tuz stresine toleransı artırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir (Tıpırdamaz ve Karakullukçu, 1993).

Misra ve Gupta (2005), Mungo fasulyesinde (*Phaseolus aureus*), tuz stresi karşısında prolin birikiminin belirlenmesine yönelik yaptıkları bir çalışmada, tuza tolerant T-44 ve tuz stresine hassas SML-32 çeşitlerini kullanmışlardır. Bitkiler tuz içermeyen kontrol ve farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 50, 100 mM NaCl) sahip

ortamlarda yetiştirilmiştir. Tuz stresi sonucunda her iki çeşitte de prolin birikimi gerçekleşirken, T-44 çeşidinde prolin konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur. Tuz stresi karşısında çeşitlerin yaprak dokularında glisibetain içerikleri bakımından meydana gelen değişimlerinde incelendiği çalışmada tolerant olan T-44 çeşidinin stres süresince bünyesinde daha fazla glisinbetain biriktirdiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda tuz stresi süresince prolin ve glisinbetain birikiminin çeşitler arasında farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin turgorun korunmasında önemli rol oynadığı, böylece tuza toleransı artırmada etkili olacağı ifade edilmiştir.

Kaya ve ark. (2007), "Tempo F_1" kavun çeşidinde 150 mM NaCl uygulaması ile dışardan potasyum nitrat ve prolin uygulamasının meyve verimi, bitki gelişim ve iyon alımı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Tuz uygulaması bitki gelişimi, yaprak oransal su içeriği gibi parametrelerde azalmazlara neden olmuştur. Özellikle prolin uygulamasının Na alımını azaltarak ozmotik düzenlemeyi sağladığı, K, N ve Ca alımının ise arttığı ifade edilmektedir.

Tuzlu ortamdan (Salt Range) ve tuz içermeyen (Faisalabad) alanlardan toplanan farklı iki köpekdişi (*Cynodon dactylon*) popülâsyonu ile yapılan bir çalışmada, bitkiler farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 50, 100, 150 ve 200 mM) tuz (NaCl) içeren su kültürü ortamında yetiştirilmiştir. Tuzlu ortamdan toplanan çim bitkilerinde yeşil aksam kuru ağırlıklarının kontrollerine yakın değerler gösterirken, Faisalabad tuz koşullarında yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında önemli kayıplar göstermiştir. 200 mM tuz seviyesinde Salt Range Faisalabad'a göre daha az Na iyonunu bünyesine alırken, K ve Ca iyonlarının her iki bitki türünde de azaldığı belirlenmiştir. Tuza tolerant olduğu bildirilen ve tuz koşullarında yetiştirilen çim bitkilerinin, yüksek tuz konsantrasyonlarında yaprak su potansiyeli, ozmotik potansiyel ve klorofil içeriğinde meydana gelen etkilenmenin Faisalabad çim bitkilerine oranla daha az olduğu tespit edilmiştir. Araştırıcılar, tuz koşullarına adapte olan çim bitkilerinin, K ve Ca alımını artırarak bünyelerinde Na iyonunun alımını sınırlandırarak prolin, serbest aminoasit gibi organik maddelerin sentezlenmesi yoluna giderek tuza tolerans sağladıklarını ifade etmişlerdir (Hameed ve Asraf, 2008).

Turan ve ark. (2009), mısır bitkisinde yaptıkları bir çalışmada 100 mM NaCl uygulayarak bitkileri tuz stresine maruz bırakmışlardır. Tuz uygulanan bitkilerde, kontrol bitkilerine oranla biyomas, fotosentez oranları, K miktarı ve K/Na oranı ile klorofil miktarı bakımından azalmalar meydana gelmiştir. Çalışmada bitkiler prolin içerikleri bakımından da değerlendirilmiş, tuz uygulaması mısır bitkilerinde prolin konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Araştırıcılar toprak tuzluluğunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, prolin gibi ozmoregülatörlerin tuz stresi karşısında arttığını, Prolin ve Na arasında oluşturulacak korelasyonların tuz stresi çalışmalarında hücresel mekanizmaların çözümlenmesi için önemli parametreler olabileceğini vurgulamışlardır.

2.1.6. Serbest Oksijen Radikalleri ve Bunlara Karşı Geliştirilen Fizyolojik Mekanizmalar

Bitkiler genel olarak, büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyebilecek biyotik ya da abiyotik stresle karşı karşıya kaldıklarında biyokimyasal ve fizyolojik olarak çeşitli tepkiler vermektedir (Bray ve ark., 2000).

Diğer stres faktörlerinde olduğu gibi tuz ve kuraklık stresinde bitkiler su kaybını en az düzeye indirebilmek için stomalarını kapatmakta ve su kullanım aktivitesi sağlamaya çalışmaktadırlar. Ancak stomaların kapanması ile yeteri kadar CO_2 fiksasyonu sağlanamamaktadır. CO_2 indirgenmesinde kullanılmayan elektronlar, O_2'nin indirgenmesinde rol oynamakta ve serbest oksijen radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır (Asada, 1994; Foyer ve ark., 1994; Makela ve ark., 1999).

Kloroplastlarda ve mitokondride elektron taşınımı sırasında elektronlar oksijen ile reaksiyona girerek süperoksit radikal (O_2^-) ve hidroksil radikal (OH) gibi aktif radikalleri oluştururken, durağan oksijenin enerjisiyle aktive olarak singlet oksijen gibi bir başka O_2 türevini sentezlemektedir. Bu oksijen türevlerinin etkisi ile lipitler, proteinler ve nükleik asitler oksidatif zarara uğramakta ve bunun sonucunda metabolizmada ciddi sorunlar meydana gelmektedir (Halliwel ve Gutteridge, 1985; Elstner, 1987).

Süperoksit radikalleri daha çok H_2O_2 ve OH oluşturmak suretiyle etkili olurlar (Halliwell ve Gutteridge, 1989). Hidrojen peroksit süperoksitin (O_2^-) yok edilmesi ile ya kendiliğinden ya da süperoksit dismutaz enziminin katalitik etkisiyle oluşmaktadır.

$O_2^- + O_2^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O_2 + O_2$

Hidrojen peroksit Calvin döngüsünün birçok enziminin inaktivasyonuna yol açmaktadır (Kaiser, 1979; Charles ve Halliwell, 1980). Süperoksit ve hidrojen peroksitin OH- radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında (Haber-Weiss reaksiyonu) artan demir ya da bakır gibi geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırarak oksidatif hasarı daha da artırabilir (Fenton reaksiyonu) (Smirnoff, 1993).

$H_2O_2 + O_2^- \rightarrow OH^- + O_2 + OH^-$ (Haber-Weiss Reaksiyonu)

Fe^{+2}(veya Cu^+) + $H_2O_2 \rightarrow Fe^{+3}$ (veya Cu^{+2}) + OH^- + OH^- (Fenton Reaksiyonu)

Işık enerjisinin klorofil tarafından absorbe edilmesi ile meydana gelen aktif triplet klorofil, absorbe ettiği enerjiyi moleküler oksijene aktararak singlet oksijen üretimine neden olmaktadır. Singlet oksijen diğer moleküllerle etkileştiğinde ya içerdiği enerjiyi transfer eder ya da kovalent tepkimelere girer. Özellikle karbon-karbon çift bağları singlet oksijenin tepkimeye girdiği bağlardır. Doymamış yağ asitleri ile de doğrudan tepkimeye girerek peroksi radikalini oluşturur ve OH kadar etkin bir şekilde lipit peroksidasyonunu başlatabilir (Halliwel ve Gutteridge, 1985)

Serbest radikaller, membran lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz şekilde hasara uğramasından sorumludur. Reaktif oksijen türleri, kolayca membran lipidlerini etkileyerek doymamış aldehitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı doku hasarı oluşumunda en önemli mekanizma hücre zarındaki lipidlerin peroksidasyona uğramasıdır. Oksidantlar, çoklu doymamış yaş asitleriyle reaksiyona girerek lipid peroksidasyonu başlatırlar. Lipid peroksidasyonun son ürünü, malondialdehid (MDA), eten ve pantendir. Oluşan MDA, hücre membranlarından iyon alışverisine etki ederek membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden olur (Niki, 1987).

Lipid peroksidasyonu; membran bütünlügünün yok olmasına, hücrenin elektrolitlere permeabilitesinin artmasına neden olur. İçeri özellikle kalsiyum ve sodyum iyonlarının geçişi hücrenin ATP tüketen hale gelmesine neden olarak hücrenin enerji olusturan mekanizmasını etkileyebilir. Antraselluler kalsiyum iyonlarındaki artış; protein ve lipidlerde daha fazla hasara neden olabilecek proteaz ve fosfolipazı aktive eder. Bu serbest radikal aracılı yöntem aynı zamanda DNA'ya yapısal hasar ile hücre ölümüne neden olabilecek enzim inaktivasyonuna neden olabilir (Halliwell ve Gutteridge 1985; Cummins ve ark., 1994).

Bitkiler oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerden korunmak için, değişik miktarlarda antioksidanlara ve antioksidatif enzimlere sahiptir (Asada ve Takahashi, 1987; Ye ve ark., 2000). Koruyucu mekanizmalar bu zararlı reaksiyonların etkilerini en aza indirebilecek şekilde çalışırlar. Bu savunma hem enzimatik hem de enzimatik olmayan mekanizmaları kapsamaktadır (Scandalios, 1997).

Enzimatik olmayan antioksidanlar, tripeptid olan glutasyon, sistin, hidrokinonlar, askorbat (Vit. C), lipofilik, vitamin E (α- tokofenol), flavonidler, karotenoid pigmentler, alkoloidler gibi genellikle ufak moleküllerdir (Larson, 1988).

Enzimatik antioksidan savunmaları, kloroplastlardaki ve mitokondrideki H_2O_2'yi temizleyen sırasıyla askorbat peroksidaz (APX) ve glutayon redüktaz (GR), H_2O_2'yi etkili bir şekilde yok eden katalaz (CAT) ve süperoksit anyonlarını temizleyen süperoksit dismutazı (SOD) içine alır (Scandalios 1997).

Stres sonucu bitki hücrelerinde oluşan süperoksit radikalleri, süperoksit dismutaz (SOD) enziminin reaksiyonu ile hidrojen perokside (H_2O_2) dönüştürülür (Dixit ve ark., 2001; Mittiova ve ark., 2002). SOD'un katalizlediği reaksiyon sonucu oluşan ve kuvvetli bir oksidant olan H_2O_2'nin hücrede birikimi, katalaz ya da askorbat- glutatyon döngüsü ile önlenir. Detoksifikasyonun enzimatik mekanizması, dehidroaskorbat redüktaz, glutatyon redüktaz ve diğer enzimleri içermektedir (Dixit ve ark., 2001). APX, askorbat – glutatyon döngüsünde hidrojen peroksidi suya indirgemekle görevlidir. Bu sırada askorbat monodehidroaskorbata (MDHA) okside olur. MDHA monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) tarafından askorbata dönüştürülür. Bununla beraber MDHA'ın iki molekülü enzimatik olmayan yol ile MDHA'ya ve dehidroaskorbata (DHA) oransız olarak dönüştürülür. DHA,

dehidroaskorbat redüktaz (DHAR; EC: 1.6.5.4) ve GR (GR; EC: 1.6.4.2) tarafından askorbata indirgenir. Bu reaksiyondan sonra ise glutatyon (GSH), DHAR'ın etkisi ile okside glutatyona (GSSG) dönüşür ve GSSG, GR tarafından GSH' geri indirgenir (Shalata ve ark., 2001; Shigeoka ve ark., 2002).

Hıyar bitkisinde tuz stresi altında antioksidatif enzim aktivitelerindeki değişimi inceleyen Lechno ve ark. (1997), CAT ve GR*az* enzim aktivitesinin tuz uygulamasıyla birlikte arttığını, SOD aktivitesinde ise herhangi bir farklılığın ortaya çıkmadığını belirtmektedirler. Araştırıcılar, tuz stresi konusunda serbest oksijen radikallerinin etkisi ve değişimi ile ilgili birçok bulgunun elde edilmiş olduğunu, fakat bu sonuçlar arasında tutarlılık bulunmadığını bildirmekte, sonuçlar arasındaki farklılıklar üzerine denemelerde farklı bitki yaşlarının kullanılması ve denemelerin kuruluş şekillerinin etkili olabileceğini bildirmektedirler.

Pokkali ve IR-28 çeltik çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonları sonucu (0, 60, 120 mol m^{-3}) köklerinde meydana gelen enzim aktiviteleri (SOD, CAT, POX, APOX, GR) ile prolin içeriği ve lipid peroksidasyon değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, her iki çeşitte de artan tuz konsantrasyonu ile birlikte GR aktivitesinde azalma belirlenirken, tolerant olan Pokkali çeşidinde CAT ve APOX enzim aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. POX aktivitesi tolerant olan Pokkali çeşidinde azalma göstermiş ancak hassas olan IR-28 çeşidinde artan tuz konsantrasyonu ile birlikte artmıştır. Her iki çeşitte de SOD aktivitesi herhangi bir değişiklik göstermemiştir. Çalışmada MDA miktarının IR-28 çeşidinde daha yüksek olduğunu belirtirken, prolin miktarının da yine aynı çeşitte arttığı belirlenmiştir. Araştırıcılar, çeltikte antioksidatif sistemlerdeki artma kapasitesinin tuz stresine toleransı geliştirmede etkili olabileceğini ifade etmişlerdir (Demiral ve Türkan, 2005).

Azevedo Neto ve ark. (2006), tuza tolerant BR5033 ve tuza hassas BR5011 mısır çeşitlerinin tuz stresinde yaprak ve köklerde antioksidatif enzim aktiviteleri ve lipid peroksidasyonunda meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bitkiler tuz içermeyen kontrol ve 100 mM NaCl içeren tuz ortamlarında yetiştirilmiş, 25 gün süre ile tuz stresine maruz bırakılmıştır. Stres koşullarında her iki çeşide ait yaprak dokularında SOD, APX, GPX ve GR enzim aktivitelerinde kontrol bitkilerine göre

artış meydana gelmiş, CAT enzim aktivitesinde meydana gelen değişim ise önemli bulunmamıştır. Ancak hassas BR5011 çeşidine ait bitkilerin yaprak dokularında CAT enzim aktivitesinde ilerleyen stres süresince azalma meydana gelmiştir. Çeşitlerin bitki köklerinde SOD enzim aktivitesi bakımından BR5033 çeşidinde % 31 ve BR5011 çeşidinde % 40 oranında azalma meydana gelmiştir. Bitkiler tuz stresi karşısında dokularda oluşan zararlanmanın bir göstergesi olan MDA miktarları bakımından da incelenmiştir. BR5033 çeşidinde yapraklarda MDA içerikleri bakımından herhangi bir değişim olmazken, köklerde % 11 oranında bir artış meydana gelmiştir. Hassas olan BR5011 çeşidinde ise yapraklarda MDA miktarında oluşan artış, kontrol bitkilerine oranla % 24 düzeyinde gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında BR5033 çeşidinin, yaprak ve köklerde artan antioksidatif enzim aktiviteleri sayesinde oksidatif stresten en az düzeyde etkilenerek tolerans sağlayabildiği bildirilmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2007c), kavunda yaptıkları bir çalışmada *C. melo* var. *Flexuosus*, dört adet kavun genotipi (Besni, Yuva, Midyat ve Şemame) ve 3 adet kavun çeşidini (Ananas, Galia F_1 ve Galia C8) su kültürü ortamında yetiştirmişler ve 8 gün süre ile 100 mM NaCl ile tuz stresine tabi tutmuşlardır. Stres sonucu Galia F_1 ve Galia C8 çeşitlerinde SOD ve CAT enzim aktiviteleri tuz stresine hassas olan *C. melo* var. *flexuosus*, Ananas ve Yuva çeşitlerine göre oldukça artış göstermiştir. Çalışma sonucunda, tuz stresine tolerant olan Galia F_1 ve Galia C8 çeşitlerinde antioksidan enzim aktivitelerinin okdidatif zararın engellenmesinde önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir.

Tuz stresine hassas (Jinchum No.2) ve tolerant (Zaoduojia) iki hıyar çeşidinin kullanıldığı bir araştırmada, NaCl nedeniyle meydana gelen tuz stresi sonucunda her iki çeşitte de büyümede azalma meydana gelmiş, bu azalma Jinchum No.2 çeşidinde daha belirgin gerçekleşmiştir. Stres sonucunda her iki çeşitte de MDA, SOD ve POD aktivitelerinde artış meydana gelmesine rağmen, MDA miktarındaki artış Jinchum No.2 çeşidinde daha yüksek gerçekleşmiştir. Artan NaCl konsantrasyonu ile birlikte Zaoduojia çeşidinde serbest prolin miktarı ve POD enzim aktivitesindeki artış Jinchum No.2 çeşidine göre daha yüksek olmuştur. Çalışma sonucunda, tolerant olan Zaoduojia çeşidinin, stres koşullarında artan prolin ve POD aktivitesi ile kendisini

oksidatif zararlanma ve lipid peroksidasyonundan koruduğu bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2008).

Yaşar ve ark. (2008b), tuz stresinin karpuz yapraklarındaki antioksidatif enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tuza duyarlı Golden Crown F1, Crimson Sweet ile tuza-tolerant Diyarbakır ve Midyat yerel genotiplerini su kültürü ortamında yetiştirmişler ve fidelerin 4-5 yapraklı oldukları döneminde 100 mM NaCl uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. 10 gün devam eden stres sonunda bitkilerde SOD, CAT, APX ve GR enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, tuza tolerant genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerinin duyarlı olanlara göre çok yüksek olduğu, antioksidan enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde etkili olduğu, karpuz genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini duyarlı çeşitlere göre çok daha aktif kullandıkları belirlenmiştir.

Kanola bitkisinde 200 mM NaCl uygulamasının gerçekleştirildiği bir çalışmada, stres uygulamasını izleyen altıncı günde yapraklara 25 mM askorbik asit uygulaması yapılmıştır. Yaprak ve köklerde protein içeriği, lipid peroksidasyonu, prolin birikimi, klorofil içeriği, SOD, CAT ve APX aktiviteleri incelenmiştir. Araştırıcılar tuz stresine bağlı olarak SOD dışındaki bütün enzimlerin kök ve yapraklarda aktivitelerinin arttığını, protein içeriğinin ise azaldığını ancak askorbik asit uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde protein içeriği bakımından artışlar meydana geldiği belirtilmiştir. Tuz stresi süresince reaktif oksijen türevlerinin oluşturduğu zarara bağlı olarak MDA miktarı kök ve yapraklarda artış gösterirken klorofil içeriği de tuz stresi sonucundan etkilenmiş ve kontrol bitkilerine oranla kayıplar meydana gelmiştir. (Dolatabadian ve ark., 2008).

Tuz stresine tolerant patlıcan anacı (*Solanum torvum* Swartz) ile aşılı olan ve olmayan patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkilerinin 80 mmol L^{-1} düzeyinde $Ca(NO_3)_2$ kullanılarak oluşturulan tuz ortamında gerçekleştirilen bir çalışmada, bitkiler 15 gün süresince tuz stresine maruz bırakılmıştır. Bitkilerin stres süresince biyomas değerlerinde kayıplar meydana gelmiş aşısız patlıcan fidelerinde oluşan kayıp % 112 değerlerine ulaşmıştır. Tüm bitkilerde MDA miktarında artış ortaya çıkmasına rağmen aşısız bitkilerin aşılı bitkilere oranla % 53.5 ile % 109.9

oranlarında daha yüksek MDA içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Enzim aktiviteleri bakımından da değerlendirilen patlıcan bitkileri arasında aşılı olanlar ile aşısızlar arasında da farklılıklar görülmüştür. SOD, POD, APX ve GR (15 günlük stres sonucunda meydana gelen artış sırasıyla % 128.5, % 167.3, % 379.7, % 511.6) enzim aktiviteleri aşılı patlıcan bitkilerinde daha aktif rol almakla birlikte, DAO ve PAO enzim aktiviteleri aşısız olan stres bitkilerinde aşılı olan bitkilere oranla daha fazla artış göstermiştir. Ayrıca bitkiler serbest polyamin içerikleri bakımından da değerlendirilmiştir. Stres altında bulunan tüm patlıcan bitkilerinde polamin içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. On beş günlük stres sonunda, aşılı olan patlıcan bitkilerinde Put, Spd ve Spm miktarlarının, aşısız bitkilere oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda tuza tolerant patlıcan çeşidi ile aşılı patlıcan bitkilerinin, $Ca(NO_3)_2$ sonucu meydana gelen tuz stresi karşısında toleranslık düzeylerinin arttığı, antioksidan enzim aktivitelerini çalıştırarak serbest oksijen türevlerine karşı kendilerini korudukları sonucuna varılmıştır (Wei ve ark., 2009).

Liu (2009), 300 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilen domates bitkilerinde SOD, POD, CAT ve APX enzim aktivitelerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda oksijen radikallerinde meydana gelen artışa bağlı olarak bitkilerde enzim aktivitelerinin artış gösterdiği, serbest oksijen radikallerinin etkisiz hale getirilmesinde antioksidan enzim aktivitelerinin önemli olduğunu bildirmiştir.

Hıyarda yapılan bir çalışma, tuz stresi karşısında bitki bünyesinde Na ve Cl iyonlarında artış meydana geldiğini ve buna bağlı olarak MDA miktarı ile birlikte SOD, POD, CAT ve APX enzim aktivitelerinde artış görüldüğü bildirilmiştir. Aynı çalışmada prolin uygulamaları MDA miktarında azalmayı sağlarken, SOD enzim aktivitesinde de azalma meydana geldiğini, yaprak su içeriği ile birlikte POD enzim aktivitesinde artış sağlanırken, CAT ve APX enzim aktivitelerinde herhangi bir değişim oluşturmadığı saptanmıştır (Huang ve ark., 2009).

2.1.7. Tuza Toleransın Belirlenmesine Yönelik Kullanılan Parametreler

Katerji ve ark. (2003), meyve veriminin tuz stresinde etkilendiğini, tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin meyve verimlerinde meydana gelen değişimlerin hassas ve tolerant çeşitlerin belirlenmesinde etkili ve pratik bir seçim parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mendlinger ve Pasternak (1992a), 20 farklı kavun çeşidi ile yaptıkları bir araştırmada üç farklı tuzluluk seviyesini (EC= 1.2, 7.5, 14 dSm^{-1}) meyve ağırlığı, meyve sayısı, SÇKM ve pH üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Tuz seviyesindeki artışa bağlı olarak meyve ağırlığında kontrol gruplarına oranla kayıplar meydana gelirken, meyve sayısı tuz konsantrasyonundan etkilenmemiştir. SÇKM miktarı tuz konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır. Araştırıcılar meyve ağırlığının tuza toleransın belirlenmesinde önemli bir seçim kriteri olduğunu belirtmişlerdir.

Asch ve ark. (2000), tuz koşullarında (3.5 $mScm^{-1}$) yetiştirdikleri 21 adet çeltik genotipinde tüm çeşitlerin K/Na oranı ile dane verimi arasında önemli bir korelasyon gösterdiklerini bildirmişlerdir. En hassas çeşitlerin en düşük K/Na oranına sahip olduğu ve bu genotiplerde önemli verim kaybının gerçekleştiğini vurgulamışlardır. Araştırıcılar tuza dayanım için yapılan bir tarama çalışmasında K/Na oranının önemli bir parametre olabileceğini bildirmişlerdir.

Daşgan ve ark. (2002), domateste tuza toleransın belirlenmesine yönelik tarama çalışmalarında kullanılabilecek parametreleri araştırdıkları bir çalışmada, 55 farklı domates genotipini 200 mM NaCl uyguladıkları tuz stresi ortamında yetiştirmişlerdir. Su kültüründe yürütülen çalışmada, hasat edilen bitkilerde görsel zararlanmalarına göre yapılan 1-5 skalasına tabi tutulmuş, yeşil aksam Na birikimi, K/Na ve Ca/Na oranları ile yeşil aksam-kök kuru ağırlıkları incelenmiştir. Genotiplerin, Na birikimi bakımından farklılıklar ortaya koyduğu ve Na konsantrasyonu, K/Na ve Ca/Na ile skala arasında önemli bir ilişki olduğu bulunmuştur. Genotiplerin daha düşük Na birikimi karşısında daha az zararlanma göstererek daha düşük skala değeri aldıklarını, buna karşılık Na birikiminin artmasına bağlı olarak zararlanma oranının da arttığı ve genotiplerin daha yüksek

skala değerleri taşıdıkları belirtilmiştir. Çalışmada K/Na ve Ca /Na oranının yüksek olduğu genotiplerin daha düşük skala değerlerine sahip olduğu ve bu genotiplerde ortaya çıkan zararlanmanın daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 200 mM NaCl ortamında yetiştirilen domates genotipleri yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları bakımından da farklılıklar ortaya koymuştur. Araştırıcılar, Na birikimi ile skala arasında sıkı bir ilişki olduğunu, tuzluluk sonucu bitki yeşil aksamında ortaya çıkan zararlanmaya göre oluşturulan skalanın kullanılabilir parametre olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada K/Na ve Ca/Na oranlarının incelenmesinin, genotiplerin iyon tercihlerinin anlaşılması bakımından etkili olabileceği vurgulanmıştır.

Yaşar (2003), tarafından yapılan bir çalışmada 38 adet farklı patlıcan genotipinde tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılıkların belirlenmesi, bu amaçla etkin seçim parametrelerin belirlenmesi ve patlıcanda antioksidan enzim aktiviteleri ile tuza tolerans yeteneği arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Su kültürü kullanılarak yapılan çalışmada bitkiler 150 mM NaCl kullanılarak tuz stresine sokulmuştur. Ön seçim aşamasında Na, K, Cl iyon analizleri ile MDA ve klorofil ölçümleri sonucunda tuza tolerant ve hassas genotipler belirlenerek in vivo ve in vitro koşullarda bitkiler SOD, CAT, GR ve APX enzim aktiviteleri bakımından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde etkili olduğu, kallus dokularındaki, enzim aktivitelerinin in vivo koşullarda alınan sonuçlar ile uyumlu olduğu, enzim aktiviteleri dışında patlıcanda tuza tolerans düzeyinin belirlenmesinde yapraklarda ölçülen K/Na oranının etkili bir seçim parametresi olabileceği belirlenmiştir.

Kavunda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın saptanması ve bu amaçla etkin bir seçim parametresi ortaya konulması amaçlanan bir çalışmada, 36 farklı kavun genotipi incelenmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında 150 mM tuz stresine maruz bırakılan bitkiler su kültürü ortamında yetiştirilmiştir. Na, K ve Cl analizleri ile MDA miktarları belirlenen genotipler içerisinden tuza tolerant 3 adet genotip (Besni, Midyat, Şemame) ve tuza duyarlı 3 adet genotip (Yuva, AnanasAcur (*C. flexuosus*) belirlenmiş ayrıca ikinci aşamada çalışmaya Galia C8 ve Galia F1 çeşitleri de dahil edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonu uygulanan

çalışmanın ikinci aşamasında materyallerin yapraklarında Na, K, Ca ve Cl iyonları, klorofil, MDA miktarları, SOD ve CAT enzim aktiviteleri incelenmiştir. Kavun genotipleri arasında tuza tolerans bakımından farklılıkların bulunduğu, tuza tolerans özelliğinin Na ve Cl iyonlarının biriktirilmesi veya uzak tutulması ile ilşkili olduğu, skala değerlerinin tuz toleransın belirlenmesinde etkin bir parametre olarak görüldüğü belirlenmiştir. Enzim aktivitelerin tuza tolerans olan genotiplerde daha yüksek çıktığı, bu bakımdan özellikle CAT enzim aktivitesinin kavunlarda tuza toleransın belirlenmesi amacı ile yapılan tarama çalışmalarında etkin bir parametre olabileceği bildirilmiştir (Kuşvuran, 2004).

Tuza tolerans yönünden erken bitki gelişme aşamasında 67 farklı fasulye genotipi ile yapılan bir tarama çalışmasında bitkiler 125 mM NaCl ile tuz stresine sokulmuştur. Kitlesel tarama çalışmalarında kullanılabilecek tekniklerin araştırıldığı çalışmada, iyon regülasyonu parametreleri bakımından Na-kabullenen (excluder) genotipler için düşük Na/K, Na/Ca oranları, düşük Na konsantrasyonu, yüksek K ve Ca konsantrasyonlarının tarama parametresi olabileceği, Na-kabullenen (includer) genotipler için ise yüksek Na/K, Na/Ca oranları, yüksek Na ve düşük K, Ca konsantrasyonlarının tarama parametresi olabileceği belirlenmiştir (Koç, 2005).

Bamyada 30 farklı genotipin tuza tolerans bakımından farklılıklarının ortaya konulması amaçlanan çalışmada, bitkiler 250 mM NaCl ile tuz stresine maruz bırakılmıştır. Bitkiler 20 gün uygulanan tuz stresi sonucunda görsel olarak 0-5 skalasına göre değerlendirilmiş ve yapraklar Na, K, Ca mineral elementleri açısından incelenmiştir. Bamya genotiplerinin skala değerlendirmesi sonucunda farklılıklar ortaya koyduğu gözlenmiştir. Bamya genotiplerinde tuz zararlanmasının en önemli nedenlerinden biri, bitki bünyesinde toksik düzeyde biriken sodyum konsantrasyonu olmuştur. Çalışmada bazı genotiplerin bünyelerine yüksek miktarda Na iyonu almasına rağmen düşük skala değeri aldıkları ve bu genotiplerin "Na-kabullenen" genotipler olduğu, bazı genotiplerin ise bünyelerinden Na iyonunu uzak tutarak tuz stresinden kendilerini korudukları, bu genotiplerin ise "Na-sakınan" olarak sınıflandırılabileceği belirlenmiştir. Hassas olan genotiplerde K ve Ca iyon miktarlarında kontrollerine göre kayıplar meydana gelmiş olup, "Na- kabullenen" ve "Na-sakınan" bitkiler şeklinde tuza dayanıklılık mekanizmalarını çalıştıran

genotiplerin K ve Ca iyonlarını bünyelerinde korudukları belirlenmiştir (Kuşvuran ve ark., 2007a).

Dolatabadian ve ark. (2008), membranlarda doymamış yağ asitlerinin parçalanması sonucu meydana gelen bir ürün olan malondialdehid (MDA)'in stres koşullarında arttığını, MDA miktarının belirlenmesinin tolerant çeşitlerin ortaya konulması bakımından önemli bir parametre olduğunu belirtmiştir.

Kavunda tarafımızca yapılan bir çalışmada, tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın ortaya konulması amacı ile bitki biomas değerleri, yapraklarda iyon birikimi ve MDA miktarındaki artış incelenmiştir. 36 farklı genotipin kullanıldığı çalışma su kültürü ortamında gerçekleştirilmiştir. Tuz stresi sonucu kavunda yeşil aksamın stresten ilk etkilenen kısım olduğu, yaş ağırlık ve skala kullanımının fikir verebilecek parametreler olduğu görüşü sunulmuştur. Araştırmada, kavunda tuz stresi zararının Na ve Cl iyonlarının toksik etkisinden kaynaklandığı, bu iyonları bünyelerinde az bulunduran genotiplerin tuza toleransının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan MDA ölçümleri sonucunda tuza tolerant kavunların MDA miktarlarında azalma meydana geldiği, hassas genotiplerde ise MDA miktarında artışların fazla olduğu bildirilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2007b).

Ahmadi ve ark. (2009), mısır ve buğdayda yaptıkları bir çalışmada, buğdayda iyon regülasyonunun daha iyi kontrol edildiğini, dayanıklı olan çeşitlerin K iyon alımını tercih ederek K/Na oranlarının arttığını, Na ve K içeriği ile K/Na oranlarının tolerant çeşitlerin belirlenmesinde etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Bitkiler; tuzluluk, kuraklık, herbisit uygulamaları, beslenme bozukluğu gibi çevresel stresler karşısında üretilen reaktif oksijen çeşitleri (ROS) membranlara ve yağlar, DNA, proteinler, fotosentetik pigmentler gibi gerekli makromoleküllere zarar vermektedir. Bitkilerin strese toleransları, bünyelerinde sahip oldukları ve ROS'yi etkisiz hale getiren antioksidan enzimler ve antioksidanlar ile doğrudan bağlantılıdır (Ashraf ve Ali, 2007). Domates, buğday, bezelye ve darıda yapılan çalışmalarda tolerant çeşitlerin hassas olanlara göre daha yüksek enzim aktivitesine sahip olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur (Hernandez ve ark., 2000; Sreenivasasulu ve ark, 2000; Sairam ve ark., 2002; Mittova ve ark., 2004; Sairam ve ark., 2005).

Yaşar ve ark. (2008a), yaptıkları bir çalışmada GS57 ve 4F-89 fasulye genotiplerinde farklı tuz konsantrasyonları (0, 50 ve 100 mM) altında antioksidan enzim aktiviteleri ile toplam klorofil ve MDA miktarında meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Su kültürü ortamında gerçekleşen çalışmada bitkiler 7 gün süre ile strese maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda GR enzim aktivitesi her iki genotipte de azalma göstermiştir. CAT ve APX enzim aktivitesi tolerant olan GS57 genotipinde daha yüksek bulunmuştur. Tuz konsantrasyonundaki artış ile birlikte MDA miktarı her iki genotipte de artış göstermesine rağmen tuza hassas olan 4F-89 genotipinde daha yüksek bulunmuştur. Artan tuz stresi klorofil miktarının özellikle 4F-89 genotipinde azalmasına neden olurken, GS57 genotipinde klorofil miktarında önemli bir değişim kaydedilmemiştir.

Tuz stresinin enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada tuza tolerant Dafeg ve tuz stresine hassas olduğu belirlenen Wuxi enginar çeşitleri kullanılmıştır. Dafeng çeşidinin tuz stresi koşullarında SOD, CAT ve POD enzim aktivitelerinin kontrol bitkilerine ve Wuxi çeşidine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. MDA miktarı her iki çeşitte de artış göstermesine rağmen hassas olan Wuxi çeşidinde bu artış daha belirgin gerçekleşmiştir. Araştırıcılar enginarda tuza tolerant olan çeşitlerin antioksidan enzim aktivitelerini artırarak reaktif oksijen türevlerine karşı kendilerini korumuş olabileceklerini bildirmişlerdir (Xue ve Liu, 2008).

2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi

Kuraklık, tarımsal ve ekolojik sistemler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bitkiler, stresin yoğunluğu ve süresi kadar bitki çeşidine ve gelişim aşamasına bağlı olarak farklı şekillerde tepkiler gösterirler. Bitkilerin gösterdikleri bu tepkiler, strese toleransın ortaya çıkmasında büyük bir öneme sahiptir. Ancak genel olarak kuraklık stresi üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik streslerden biridir (Reddy ve ark., 2004; Jaleel ve ark., 2007).

Topraktaki su içeriğinin, bitkilerin su azlığından sıkıntı çektiği miktara kadar, belirgin yağışın olmadığı bir periyodu ifade eden kuraklık toprağın su tutma

kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotransprasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Kozlowski and Pallardy, 1997; Özcan ve ark., 2004).

Bitkiyi strese sokan en önemli şey; topraktaki su potansiyelinin azalmasıdır. Çünkü transprasyonla olan su kaybı, eğer toprakta yeterli su varsa telafi edilebilir. Ancak toprakta yeterli su bulunmaz ve bitki buna karşı tolerans mekanizmalarını çalıştırmayıp su kaybederse bitkide su stresi görülür. Topraktaki su potansiyeli daimi solma noktasına geldiğinde (-1,5 Megapaskal) yaprakların su potansiyeli kökün ve toprağın su potansiyelinin aşağısındadır. Yani bir su potansiyeli farkı olmasına rağmen bitki su alamaz ve solmaya başlar. Bu uzun süre devam ederse bitki kuruyarak ölür. Toprakta su çok azaldığında, toprak kolloidlerince daha fazla çekildiğinden, köklerin emme gücü kolloidlerin emme gücünü yenemez ve su alımı olmaz. Böylece yaprak ve köklerde daimi solma noktasında, solma gerçekleşmiş olur (Kocaçalışkan, 2003).

Smirnoff (1993), kuraklığı genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayırmıştır. Buna göre; su noksanlığı, stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybıdır. Oransal su kapsamının yaklaşık % 70'te kaldığı hafif su noksanlığına maruz kalan bitkilerde stomaların kapanmasına bağlı olarak karbondioksit alımı kısıtlanmaktadır.

Kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek potansiyele sahip olan aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir.

Su stresi bitkilerde büyüme ve verim, bitkinin vegetatif ve generatif organları arasında su rekabeti, hücre içi yapılar, fotosentez ve azot metabolizması üzerine olumsuz etkilerde bulunarak bitki metabolizmasını bozmaktadır (Kocaçalışkan, 2003).

2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri

2.2.1.1. Kuraklık Stresinin Mekanik Etkileri

Mekanik etki, bitki hücrelerinde belirgin su kaybı gerçekleştiği zaman, bitkide turgor kaybıyla kendini gösterir (Levitt, 1980). Su kaybıyla hücre özsuyu konsantrasyonu artar böylece protoplazmada artan bir dehidrasyona neden olur. Hücrenin ozmotik su kaybıyla, protoplast hücre çeperinden ayrılır. Stres altındaki plazma membranında gerçekleşen çökme yırtılmalara, zarlar üzerine yerleşmiş olan hidrolitik enzimlerin serbest kalarak sitoplazmanın otolizine neden olur. Bu zarar, normal hücresel metobolizmayı genelde kalıcı olarak bozar. Oluşan bu etki sonucunda büyümede yavaşlama ve tugorda azalma meydana gelmektedir (Özcan ve ark., 2004; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Tütün bitkisinde yapılan bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda bitkilerin kuru ağırlıkların % 56 ile % 60 arasında değiştiği, iyi sulanan bitkilerde bu kaybın sadece % 20 olduğunu belirlemişlerdir (Karakaş ve ark., 1997).

Farklı PEG (0, 30 ve 60 g/L) konsantrasyonlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde artan PEG dozu ile sağlanan kuraklık stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bitkiler yaş ağırlık bakımından kontrol bitkilerine oranla % 27-42 oranlarında kayıplar gösterirken, kuru ağılık bakımdan % 11-20 oranında bir azalma belirlenmiştir. Ayrıca nispi büyüme oranı, stomal geçirgenliği ve net fotosentez oranında da kontrol bitkilerine oranla kayıplar ortaya çıkmıştır (Fernández-Conde ve ark., 1998)

Alexieva ve ark. (2001), buğdayda 7 gün, bezelyede ise 10 gün süresince % 10 PEG 6000 oluşturulan kuraklık stresinde bitkilerde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Her iki türde de yaş ve kuru ağırlıkta kontrol bitkilerine göre kayıplar gözlenirken, yaprak su içeriğinde de azalma meydana gelmiştir.

Tsuji ve ark. (2003), yaptıkları bir çalışmada farklı sorgum çeşitlerinin kurak stresi sonucu tepkilerini incelemişlerdir. Gadambalia, Arous elRimal ve Tabat çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada, bitki kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine oranla % 43-58 oranında, yaprak alanının ise % 28-64 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Kurak stresinin uygulandığı çeşitlerde yaprak su potansiyeli ve yaprak su içeriği de strese bağlı olarak düşmüştür. Net fotosentez oranı, stoma geçirgenliği ve transprasyon oranı tüm çeşitlerde azalırken, Tabat çeşidinde bu oranların diğer çeşitlere oranla daha fazla azaldığı belirlenmiştir. Araştırıcılar çalışma sonucunda yaprak fotosentez oranı ile biyomas arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, kurak stresi karşısında çeşitlerin farklı tepkiler verdiğini, Gadambalia çeşidinin diğer çeşitlere göre kuraklığa daha tolerant olduğunu bildirmişlerdir.

Sanchez ve ark. (2004) PEG 6000 kullanarak oluşturdukları kuraklık stresinde bezelye epikotillerinin gelişiminde önemli azalmalar olduğunu bildirmişler, gelişim ve ozmotik düzenleme ile turgor düzenlemesi arasında bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır.

Serada yapılan bir kuraklık çalışmasında, fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve *Sesbania aculeata* türleri kullanılmıştır. Kuraklık uygulamasında % 60 kısıtlı sulama, kontrol bitkilerinde ise % 100 tarla kapasitesinde sulama gerçekleştirilmiştir. Stres uygulamasından 45 gün sonra hasat edilen bitkilerde biyomas ölçümleri yapılmış, yapraklarda klorofil içeriği incelenmiştir. Her iki türde de gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı ve gövde boyu kuraklık stresi sonucu kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Araştırıcılar yapraklarda klorofil a ve b ile a/b oranlarının stres koşullarında kontrol bitkilerine göre önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir (Ashraf ve Iram, 2005).

Yin ve ark. (2005) Populus cathayana Rehder ve Populus przewalskii maximowicz çeşitlerini % 25 ve % 100 tarla kapasitesinde sulamışlardır. Su noksanlığı etkisi erken gelişim aşamasında biyomas ve su kullanım etkinliği yönünden incelenmiştir. Çalışmada her iki parametrenin de kurak stresi sonucunda etkilendiği Populus cathayana Rehder çeşidinin daha yüksek oranda bioamss ve su kullanım etkinliğine sahip olduğu ancak Populus przewalskii maximowicz çeşidinde kök gelişiminin kuraklık stresi sonucu artığını bildirilmiştir. Araştırıcılar su stresinin bitki gelişimini sınırlandıran en önemli faktörlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Türkan ve ark. (2005), Polyethylene glycol (PEG) ile oluşturdukları kuraklık stresinde fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türlerinde stres karşında tepkilerini incelemişlerdir. 14 gün devam eden stres

koşulları altında, fasulye (*Phaseolus vulgaris*) türünün kök ve gövde kuru ağırlık bakımından tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türüne göre daha fazla etkilendiği, yaprak nispi su içeriği (YOSİ) ve stoma geçirgenliği (Stomatal Conductance) daha yüksek olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünün kuraklık stresine daha tolerant olduğunu bildirmişlerdir.

PEG 6000 kullanılarak farklı düzeylerde oluşturulan kuraklık stresi ortamında (-0.3, -0.6, -0.9, -1.2, -1.5, -1.8, -2.1 MPa) yetiştirilen üç çim çeşidinde stresin çimlenme ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, artan stres düzeyi ile birlikte çimlenme süresi artmış buna karşılık çimlenme oranı azalmıştır. Gövde gelişimi tüm çeşitlerde azalırken, kök uzunluğu -0.3 MPa stres koşullarında artma eğilimi göstermesine rağmen ilerleyen stres koşullarında gelişim azalmıştır (Van den Berg ve Zeng, 2006).

Abdalla ve El-Khoshiban (2007), kuraklık stresinin buğdayda meydana getirdiği etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, stres sonucu gövde boyunun % 43-58 oranında azaldığını, yaş ağırlığın ise kontrol bitkilerine oranla hassas olan Fairy 8 çeşidinde % 85 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmada kuru ağırlıkta stres sonucu kayıplar meydana geldiği belirtilirken yaprak su içeriğinin hassas olan çeşitte % 33, tolerant olan genotipte ise % 28 düzeyinde azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar stres sonucu kök ağırlık ve sayısında da artışlar meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Martinez ve ark. (2007), yaptıkları kuraklık çalışmasında altı farklı fasulye çeşidini (Orfeo, Arroz Tuscola, Barbucho, Coscorron, Pinto ve Tortola) kullanmışlardır. Kontrol bitkileri 7 gün ara ile sulanırken, stres bitkileri 21 gün ara ile sulanarak kuraklık stresine sokulmuştur. Kuraklık; bitkilerde dane, bitki başına bakla sayısı ve toplam verim bakımından etkilenmesine neden olmuştur. Arroz Tuscola çeşidi toplam verim bakımından kontrol bitkilerine oranla % 82 oranında bir kayıp gösterirken, Orfeo çeşidinde bu kayıp sadece % 27 oranında gerçekleşmiştir. Bitki su potansiyeli kurak stresi sonucunda oldukça azalmış, genotipler arasında farklılıklar olsa da ortalama olarak % 44 oranında bir azalma kaydedilmiştir.

Romanello ve ark. (2008), kurak şartlarda yetiştirilen *Acorus americanus* türünde çimlenme oranının % 29-37, biyomas değerlerinin % 46-73 oranında, RWC'nin ise % 35 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Sankar ve ark. (2008), beş farklı bamya çeşidinde (SPHB 7, Saloni F_1, JK Haritha, Sakthi 101, Mahyco) yaptıkları çalışmalarında kuraklık stresi uyguladıkları bitkileri % 60, kontrol bitkilerini % 100 tarla kapasitesinde sulamışlardır. Kuraklık stresi uygulanan bitkilerin biyomas, verim, yaprak alanı ve net asimilasyon oranında kontrol bitkilerine göre azalmalar kaydedilmiştir. Su kullanım etkinliği bakımından genotipik farklılıkların etkili olduğu ve diğer çeşitlere göre daha dayanıklı olduğu düşünülen JK Haritha çeşidinin en yüksek su kullanım etkinliğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Nouri-Ganbalani ve ark. (2009), kuraklık stresi altında yetiştirdikleri buğday genotiplerinde strese bağlı olarak bitki uzunluğu, dane sayısı, 1000 dane verimi ve toplam verimin azaldığını, stres etkileri bakımından genotipler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Hıyarda yapılan bir çalışmada, su eksikliğinin verim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sera koşullarında yapılan çalışmada, bitkiler 4 farklı sulama düzeyinde (K_1=100, K_2=75, K_3=50, K_4=25, K_5=0) sulanmıştır. Sulama seviyeleri verim, meyve uzunluğu ve çapı, meyve verimi ve kuru madde içeriğinde farklı etkiler oluşturmuştur. K1 seviyesinde en yüksek verim ve kalite sağlanırken, sulamanın tamamen kesildiği K5 düzeyinde verim % 957.1 oranında azalmıştır. Kuru madde içeriği stres derecesine bağlı olarak artarken, en yüksek kuru madde içeriği K5 düzeyinde alınmıştır. En düşük kuru madde içeriği ise tam sulama sisteminde belirlenmiştir. Su kullanım etkinliği açısından değerlendirilen bitkilerde en yüksek su kullanım etkinliği K_1'de elde edilmiş, bunu K_2 ve K_3 seviyeleri izlemiştir. Araştırıcılar çalışma sonucunda kuraklık stresinin hıyarda verim ve kalite değerlerinin olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Ayaş ve Demirtaş, 2009).

Quercus ilx türünde yapılan bir çalışmada bitkiler 14 gün süresince kurak koşullarda yetiştirilmiştir. Yaprak su potansiyeli stres başlangıcında -0.72 MPa iken, stresten 7 gün sonra -0.99 MPa; 14 gün sonra ise -1.50 MPa'ya düşmüştür. Stres gövde su içeriğinde de azalmalara neden olmuştur. 0. günde % 49.31 olan RWC

değerleri stresin 14. gününde % 40.77 düzeyine gelmiştir (Echevarrı´a-Zomeno ve ark., 2009).

2.2.1.2. Kuraklık Stresinin Metabolik Etkileri

Hücrede aşırı su kaybı sonucunda, hücresel metabolizmanın bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu durumda su kaybıyla gerçekleşen iyon birikimi, membran bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye zarar verebilir (Bray 1997; Özcan ve ark., 2004; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Brito ve ark. (2003), *Olea europaea maderensis* türünde 0.1 M ve 0.2 M sorbitol kullanarak oluşturdukları kuraklık stresinde, orta şiddette bir kuraklık karşısında bitki bünyesinde K iyon konsantrasyonun artış gösterdiğini ancak stres derecesinde meydana gelen artış ile birlikte K ve Cu iyon alınımının da engellendiğini bildirmişleridir.

Sivritepe ve ark. (2008) in vitro koşullarda PEG 8000 kullanılarak sağlanan kuraklık oluşturulmuştur. Kirazda yapılan çalışmada, stres koşullarında yeşil aksam kuru ağırlığında azalma meydana gelirken, MDA miktarında artış belirlenmiştir. Oksidatif stres ile birlikte K, Ca, Fe ve Mn konsantrasyonlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Karpuzda yapılan bir çalışma, şiddetli kuraklık stresi sonucu bitki bünyesinde K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini göstermiştir. Aynı çalışmada potasyumun, stomaların açılı kapanması, fotosentetik etki ve su dengesinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Nasri ve ark., 2008).

Yuan-yuan ve ark. (2009), PEG uygulanan yapraklarda Ca seviyesinin kloroplast ve nükleusta arttığını, stres uygulamasının devam etmesi ile kloroplast ve nükleusta Ca seviyesinin artışına devam ettiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar Ca'nın kuraklığa dayanımda önemli bir role sahip olduğunu ancak şiddetli kuraklık streslerinde kloroplastlarda meydana gelen bozulmaların Ca birikimini azaltabileceğini ifade etmişlerdir.

2.2.1.3. Kuraklık Stresinin Oksidatif Etkileri

Serbest radikallerin, özellikle aktif oksijen türlerinin (süperoksit molekülü (O_2^-), singlet oksijen, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikallerini (OH.)) oluşumunu içerir. Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren moleküller olup oldukça reaktiftirler. Bu radikaller; plazma membranı, mitokondri, ER membranlarında da oluşabilir (Mckersie ve Lehsem, 1994). Bununla beraber, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda, vegetatif bitki dokularında oksidatif stresin en yaygın nedeni kloroplastta gerçekleşen ışık-klorofil etkileşimleridir (Farrant, 2000). Su kısıtlı hale gelirken, bitki daha fazla su kaybetmemek için, genelde, stomalarını kapatır. Bu da fotosentezle fiksasyon için gerekli CO_2'nin alımının kısıtlanmasına neden olur. Bu durum fotosentetik reaksiyon merkezlerindeki enerjinin aşırılığına neden olur (Stuhfaulth, 1990). Sonuçta, $NADP^+$ (fotosentezdeki e-akseptörü) kısıtlı hale gelir ve ferrodoksin $NADP^+$ yerine oksijeni redükler; böylece, fotosistem I (PSI)'in elektronları O_2'ye transferi sonucunda reaktif O_2^- radikali üretilir (Mehler reaksiyonu) (Tambussi, 2000). Birçok türde su stresi altında artan O_2^- oluşum hızı lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olur (Sgherry, 1996). Süperoksitin kendisi fazla reaktif değildir ve daha çok H_2O_2 ve daha sonra OH oluşturmak suretiyle etkili olur (Halliwel ve Gutteridge, 1989). Hidrojen peroksit Calvin döngüsünün birçok enziminin inaktivasyonuna yol açmaktadır (Charles ve Halliwel, 1980; Kaiser, 1979). Süperoksit ve hidrojen peroksidin OH radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında (Haber-Weiss reaksiyonu), artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırmak suretiyle oksidatif hasarı daha da artırabilir (Fenton reaksiyonu) (Smirnoff, 1993). Bunların yanı sıra, fotosistem II (PS II)'deki suyu parçalayan bölgede de serbest radikal oluşabilir. Bitkilerde, oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerle mücadele etmek için, yağda çözünen ve membrana bağlı antioksidanlar, suda çözünen antioksidanlar (O_2^- ve H_2O_2'nin detoksifikasyonunda rol oynayan glutatyon ve askorbat) ve enzimatik antioksidanlar (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR))'dan oluşan karmaşık bir antioksidan koruyucu sistemine sahiplerdir.

Su stresine maruz kalan bitkiler antioksidan savunma sistemlerinin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler (Srivalli ve ark., 2003; Jung, 2004; Ramachandra ve ark., 2004; Pinheiro ve ark., 2004). Bununla beraber, uzun süreli ve akut; hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile, savunma mekanizmalarının kapasiteleri asılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir (Alexieva, 2003)

Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*)'ın kuraklığa toleransında enzimatik değişikliklerin değerlendirildiği bir çalışmada glutamate deydrogenase ve P5C reductase enzim aktivitelerinde artış gözlendiğini bildirmişlerdir (Baron ve Mejia, 1998).

3 farklı buğday genotipinde su stresi karşısında bitkilerdeki antioksidan sistemlerinin rolünün incelendiği bir çalışmada, anthesisten sonraki farklı aşamalarda bitkiler su stresine maruz bırakılmıştır. Sonuçta lipid peroksidasyonda artış görülürken hücresel stabilite, klorofil ve karotenoit içeriğinde azalma görülmüştür. Su stresine dayanıklı genotip olarak ortaya çıkan PBW 175 en yüksek ASP, GP ve P aktivitesine ve en düşük LP'ye sahipken; kuraklığa en hassas genotip olan WH 542, en düşük antioksidan enzim aktivitesi ve klorofil içeriğine ve en yüksek lipid perokidasyon değerlerine sahiptir (Sairam ve Saxena, 2000).

Riekert Van Heerden ve Krüger (2002), iki farklı soya fasulyesi çeşidinde (Maple Arrow ve Fiskeby V.) yaptıkları bir araştırmada bitkileri 9 gün süresince kuraklık stresi altında tutmuşlar ve yapraklarda APX ve GR enzim aktivitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. APX aktivitesi MA çeşidinde ilk 3 gün herhangi bir değişim göstermezken, 6. günden itibaren artmaya başlamıştır. FK çeşidinde ise 3. günden itibaren artış devam etmiştir. GR enzim aktivitesi MA çeşidinde 6. güne kadar artış gösterirken, 6. günden sonra azalmaya başlamış, FK çeşidinde ise 3. günden itibaren herhangi bir değişim gerçekleşmemiştir. Araştırıcılar APX ve GR enzim aktivitelerinin stres koşullarında değiştiğini ancak çeşitler arasında bu değişimin farklılıklar sergilediğini bildirmişlerdir.

Jung (2004), dört hafta süresince yetiştirilen *Arabidops*is bitkilerinin genç ve yaşlı yapraklarında klorofil ve antioksidan enzim aktivitelerinde (CAT, POD, SOD, GR) meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada kontrol bitkileri tam

sulama ile sulanırken, stres bitkilerinde sulama tamamen kesilmiştir. Bitkiler strese sokulduktan 7 gün sonra genç ve yaşlı yaprak olarak ayrılmış ve hasat edilmiştir. Klorofil a ve b içeriği genç yapraklarda herhangi bir değişim göstermezken, yaşlı yapraklarda % 24 oranında azalmıştır. POD, SOD ve GR enzim aktiviteleri sadece yapraklarda artış göstermiştir. CAT aktivitesi genç yapraklarda azalmış, yaşlı yapraklarda ise % 33 düzeyinde artmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık stresinden yaşlı yaprakların daha fazla etkilendiği bu nedenle stresten korunmak için enzim aktivitelerini çalıştırdığı bildirilmiştir.

Sharma ve Dubey (2004), PEG 6000 koşullarında yetiştirdikleri çeltik bitkisinde, stres uygulamasından 24 saat sonra yapraklarda APX enzim aktivitesinin arttığını, askorbat peroksidazın H_2O_2'nin zararlı etkilerinin engellenmesinde önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türlerinin kuraklık stresi karşısında biyokimyasal değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, tolerant olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünde SOD, CAT, APX ve POX enzim aktivitelerinin daha yüksek olduğu, lipid peroksidasyon seviyesinin ise fasulye (*Phaseolus vulgaris*) türünden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kuraklık stresine tolerant olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünün antioksidan enzim aktivitelerini çalıştırarak oksidatif zarar karşısında korunabildiğini ifade etmişlerdir (Türkan ve ark., 2005).

Yong ve ark. (2006), geven (*Radix astragali*) türünde yaptıkları bir araştırmada, bitkileri 25 gün süre ile kuraklık stresine sokmuşlardır. Enzim aktivitelerinin incelendiği çalışmada SOD, CAT ve POD aktiviteleri stresin devam ettiği 20 gün süresince artış göstermiş, 25 günden sonra ise enzim aktivitelerinde azalma meydana gelmiştir. Ancak prolin tüm stres süresince artış göstermeye devam etmiştir. Araştırıcılar çalışma sonucunda bitkilerin su stresine adaptasyonunda biyokimyasal değişimlerin ve ozmotik düzenlemenin etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklığa tolerant Giza 2 ve hassas olan Trihybrid 321 mısır genotipleri, ozmotik potansiyelleri 0, -5, -10 ve -20 bar olacak şekilde PEG solüsyonu kullanılarak oluşturulan kuraklık stresi ortamında 21 gün süre ile yetiştirilmiştir.

Stres sonucu tolerant olan Giza 2 genotipinde MDA ve H_2O_2 birikimi azalırken, SOD, CAT ve POX enzim aktiviteleri kuraklık stresi koşullarında artmıştır. En yüksek su tutma kapasitesi Giza 2 genotipinde bulunurken, Trihybrid 321 genotipi membran zararlanmasının en yüksek olduğu genotip olarak belirlenmiştir. Stres sonrası yapraklarda GB ve prolin birikimi de incelenen genotiplerde, Giza 2 stres arttıkça organik bileşiklerinin sentezini artırarak ozmotik dengeyi sağlamaya çalışmıştır (Moussa ve Abdel-Aziz, 2008)

Asadi-kavan ve ark. (2009), anason tohumlarının, PEG 6000 içeren su stresi ortamında çimlenme oranı ve su potansiyelinin azaldığını, ortama dıştan uygulanan askorbatın çimlenme oranını artırdığını ifade etmiş, askorbatın kuraklık stresi karşısında ROS etkilerinin engellenmesinde görevli olabileceğini ifade etmişlerdir.

Basu ve ark. (2010) çeltikte yaptıkları çalışmada IR-29 (tuza hassas), Pokkali (tuza tolerant) ve Pusa Basmati (PB) çeşitlerini, PEG (6000) kullanarak oluşturdukları kuraklık stresi koşullarında yetiştirmişler, stres sonunda yapraklarda SOD, CAT ve GPX enzim aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda PB ve IR-29 çeşitlerinde SOD ve CAT aktiviteleri azalma gösterirken, Pokkoli çeşidinde herhengi bir değişim meydana gelmemiştir. GPX aktivitesi ise tüm çeşitlerde artış göstermiştir. Çalışma sonucunda IR- 29 tuza hassas olan çeşitte oksidatif zararlanmanın fazla olduğu, Pokkoli çeşidinde ise enzim aktivitelerinin diğer çeşitlere oranla daha etkili olduğu, böylece tuza tolerant seviyesinin de arttığı ifade edilmiştir.

Sanchez-Rodriguez ve ark. (2010), kuraklık stresinin domateste, bitki gelişimi ve yaprak oransal su içeriğinin olumsuz etkilediğini, stres ile birlikte yaprak dokularında MDA miktarında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, stres koşullarında GR, APX ve CAT enzim aktivitelerinin artış gösterdiğini, dayanıklı olan Zarina domates çeşidinde enzim aktivitelerinin daha yüksek gerçekleştiğini saptamışlardır.

Nikoleva ve ark. (2010), buğdayda yaptıkları bir çalışmada su stresinin yapraklarda MDA miktarında artışa yol açtığını ifade etmişlerdir. Çalışmada klorofil miktarı stres başlangıcında artış göstermiş ancak daha sonra azalma eğilimine

geçmiştir. Araştırıcılar buğdayda stres koşullarında GR ve APX enzim aktivitelerinin ise artış gösterdiğini vurgulamışlardır.

2.2.2. Kuraklık Stresinin Fotosentez Üzerindeki Etkisi

Kuraklık bitkide fotosentezi büyük oranda azaltmaktadır. Kuraklık stresi ile toplam yaprak alanı azalmakta ve fotosentez yavaşlamaktadır. Stres koşullarında fotosentez stomaların kapanmasına bağlı olarak sınırlanırken, uzun süreli ve şiddetli streslerde stomalar dışındaki faktörlerce engellenmektedir.

Kuraklık stresi altında fotosentezdeki ilk azalma stomaların kapanması ve CO_2 absorbsiyonunun azalmasıyla ortaya çıkar. Bitki, su kaybını önlemek amacıyla stomalarını kapadığında fotosentez için gerekli CO_2'nin alımı da önlenmiş olur (Çırak ve Esendal, 2003). Teiz ve Zeiger (1998), bitkilerin hidrolik sinyaller (yaprak su potansiyeli, hücre turgoru) ve kimyasal sinyaller (absisik asit) nedeniyle stomalarını kapattığını ifade etmektedirler.

Fotosentez, kloroplastik faktörler nedeniyle de azalmaktadır. Fotosentez genel olarak kroloplastlarda meydana gelmektedir. Kroloplastların stoma bölgesinde CO_2'yi fiske eden ve indirgeyerek organik bileşiklere dönüşmesini sağlayan rübuloz bifosfat karboksilas gibi enzimlerin su kaybı ile aktiviteleri azalmakta, dolayısıyla CO_2 fiksasyonu zarar görmektedir. Başlangıçta fotosentez stomatal faktörler tarafından azaltılmakta ise de, kuraklık stresinin devam etmesi ve şiddetinin artmasıyla kroplast ve enzim aktivitesi depresyona uğramakta, bundan dolayı fotosentez stomalar dışındaki faktörler tarafından azaltılmaktadır. Ayrıca kuraklığın ileri safhalarında mezofil hücrelerinin hücre duvarının difizyon direnci artmakta ve böylece mezofil hücrelerine CO_2 girişi önlenmektedir (Çırak ve Esendal, 2003).

Asraf ve ark. (2002), kuraklık stresi sonucu fotosentezin, stomaların kapanması ve fotosentezde görevli enzimlerin engellenmesi sonucu azaldığını ifade ederken, Wingler ve ark. (1999), özellikle yaprak su içeriğinin % 70 oranının altına düştüğünde, stomaların kapanması ve fotosentetik enzim aktivitelerinin azalmasına bağlı olarak hücreler arası CO_2 konsantrasyonun düştüğünü bu nedenle fotosentezin azaldığını bildirmişlerdir.

Kuraklık stresine maruz bırakılan sorgum bitkisinde fotosentez, stomal hareket ve transprasyonda azalma görülürken (Premachandra ve ark., 1990; Massacci ve ark., 1996), yaprak su potansiyelinde azalma belirlenmiştir (Ackerson ve ark., 1980; Garrity ve ark., 1984; Massacci ve ark., 1996).

Köklerde sentezlenen ve transprasyon sırasında bekçi hücrelerine taşınan absisik asit (ABA), bekçi hücrelerindeki hipotetik ABA reseptörüne bağlanarak, kuraklık stresi koşullarında stomaların kapanmasına ve fotosentezin engellenmesine neden olmaktadır (Teiz ve Zeiger 1998).

Fan ve Blake (1994), kuraklık stresi sonucu ABA miktarının arttığını buna paralel olarak membran zararlanmasının da arttığını bildirmişlerdir.

Kurak koşullarda hassas olduğu ifade edilen fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tolerant olan *Vigna unguculata* türlerinin kuraklık stresi karşısında gösterdikleri tepkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, fasulye (*Phaseolus vulgaris*)'in ortamdaki su içeriğinin azalması durumunda stoma geçirgenliğinin azaldığı, kuraklık süresince stomalarını *Vigna unguculata*'ya oranla daha hızlı bir şekilde kapatarak, fotosentetik asimilasyon oranının azaldığı bildirilmiştir. Araştırıcılar fotosentez asimilasyon oranının stoma açıklığı yanında stomal olmayan faktörlerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Cruz de Carvalho ve ark., 1998).

Asraf ve ark. (2002), 31 günlük iki bamya çeşidini (Sabzpari ve Chinese-red), 30 gün süre ile % 100 ve % 60 tarla kapasitesinde sulamışlardır. Kısıtlı sulama sonucu meydana gelen kuraklık stresi sonucunda yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyel her iki çeşitte de azalmıştır. Kuraklığa hassas olan Sabzpari fotosentez oranı, transprasyon oranı ve stoma geçirgenliği bakımından tolerant olan Chinese-red çeşidine oranla daha fazla etkilenmiştir.

Anyia ve Herzog (2004), börülce genotiplerinde yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda yaprak asimilasyon oranının % 75.5, transprasyon oranının % 57.9 ve stoma geçirgenliğinin % 83.3 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada azalan yaprak su potansiyeline bağlı olarak asimilasyon oranının azaldığı, bitki kuru ağırlıklarının ise genotiplere göre değişmekle birlikte % 11- 50 oranında kayıplar gösterdiği bildirilmiştir.

Xu ve Zhou (2008), kuraklık stresi altında fotosentezde meydana gelen sınırlamanın stomal ve stomal olmayan faktörler sonucu meydana gelebileceğinin, bu etkinin stresin şiddetine ve çeşit özelliğine bağlı olarak değişebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırıcılar su stresinin fotosentez ve stoma yoğunluğunu etkilediğini, çimde yaptıkları bir çalışma sonucunda orta şiddette devam eden su stresi koşullarında stoma sayısının arttığı ancak çok şiddetli su stresi karşısında stoma sayısının da azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Stoma boyutu kuraklık stresi ile azalırken, stoma yoğunluğunun stoma geçirgenliği, net CO_2 asimilasyon oranı ve su kullanım etkinliği ile pozitif bir ilişkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Oliveira Neto ve ark. (2009), sorgumda kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, bitkinin vegetatif döneminde kontrol bitkilerine oranla % 38 oranında azalma olduğunu, bitkinin yaşlı döneminde bu oranın % 62'yi bulduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresinden olumsuz etkilenmesi sonucu klorofilin tüm bitki aşamasında azaldığını ifade etmişlerdir.

Kuraklık stresinde fotosentezdeki artış, minimum su kaybı ile sağlanırken, optimal gaz değişiminde stomaların açılıp kapanması kadar sayısı ve pozisyonu da önemlidir. Su kullanım etkinliği, stomal düzenlemeye de bağlıdır. Transprasyon oranı, stoma yoğunluğu ve stomaların açılıp kapanması sırasındaki düzen ile ayarlanmaktadır. Stoma yoğunluğu ve boyutundaki azalma su stresine dayanımı da artırmaktadır (Tanzarella ve ark., 1984; Nadeau ve Sack, 2002).

Xu ve Zhou (2008), orta şiddette meydana gelen kuraklık stresi sonucu, stoma sayısının arttığını, ancak şiddetli kuraklık stresi karşısında stoma sayısının azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Stoma boyutunun kuraklık stresinde azaldığını bildiren araştırıcılar, stoma sayısının stoma geçirgenliği, net CO_2 asimilasyonu ve su kullanım etkinliği ile pozitif ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

2.2.3. Kuraklık Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları

Kurak koşullarda bitkinin hayatta kalmasını sağlayan ve vegetatif dokularda su stresine karsı geliştirilen iki ana savunma mekanizması bulunmaktadır Bunlar;

stresten kaçınma ve stres toleransıdır (Levitt 1980; Laffray ve Louguet, 1990; Cruz de Carvalho ve ark., 1998).

Stresten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki su stresi durumunda hayatta kalırken strese toleranslı bitki grupları ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli su stresi durumunda hayatta kalabilirler. Su stresine toleranslı olan bitki grupları içerisinde yer alan dirilen (resurrection) bitkilerde, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda vegetatif dokulardaki bağıl su içeriğinin % 5'ine kadar kaybedilebildiği ve suyun yeniden alınabilir olması durumunda rehidrasyonun gerçekleşebildiği oldukça farklı bir strateji izlenir (Mudree, 2002). Bu bitkilerin vegetatif dokuları ışık varlığında gerçekleşen aşırı kuraklıkla ilişkili streslerle mücadele edebilme yeteneğine sahiptir (Sherwin ve Farrant, 1998).

Bitkiler dokularındaki uygun su içeriğini koruyabilmek için, topraktan su alınımı, difüzyona dayanıklılıkta erken ve etkili bir artış, transprasyon yüzeyinin azalması sonucu meydana gelebilen su kaybının azaltılması, yüksek bir su iletim kapasitesi veya su depolaması gibi kuraklıktan kaçınma için gerekli fonksiyonel önlemler almaktadırlar. Bu önlemler bitki morfolojisine de yansımaktadır. Yaprak alanının küçülmesi, nemli toprak tabakalarına doğru derinlemesine kök gelişimi ve stomaların kapanması, kuraklığa karşı savunmanın ilk adımları olarak bitkide görülen değişimlerdir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transprasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya, köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir (Çırak ve Esendal, 2006). Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Transprasyonun azaltılması, mevcut suyun korunmasına yardım eder. Bitkilerde, kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir (Mahajan and Tuteja, 2005). Diğer yandan, kuraklık stresine tepki olarak, bazı bitkilerde yaprak yüzeylerinin sık tüylerle kaplanması şeklinde morfolojik değişimler görülür. Bu tüyler, alttaki hücrelerin sıcaklığını 1-2°C düşürerek, transprasyon hızını azaltır. Ayrıca yaprak epidermal yüzeyi üzerinde oluşan kalın mumsu kütikula tabakası, güneş ışınlarını yansıtarak sıcaklığın etkisini azaltır ve böylece transprasyon hızı düşürülür (Göksoy ve Turan, 1991).

2.2.4. Kuraklık Stresinde Ozmotik Dengenin Sağlanmasına Yönelik Mekanizmalar

Su noksanlığı bitkilerde turgorite kaybıyla beraber ozmotik potansiyelin de azalmasına neden olmaktadır. Su noksanlığına bir cevap olarak ortaya çıkan bu durum, bitkide çeşitli eriyebilir maddelerin birikimine neden olmakta ve vakuolden yapraklara su ile birlikte taşınan ozmotik maddelerin miktarlarında artışlara neden olmaktadır. Bu durum kök bölgesindeki ozmotik potansiyel ve su alımı mekanizması çerçevesinde ozmotik uyum veya ozmoregülasyon olarak tanımlanmaktadır (Pesserakli, 1999). Ozmotik uyum inorganik iyonlar, şekerler ve aminoasitler ile yakından ilişkilidir.

İyon akümülasyonu: Hong Bo ve ark. (2006a), yaptıkları bir araştırmada, 10 farklı buğday genotipini farklı düzeylerde (% 45, 55 ve 75 tarla kapasitesi) kuraklık stresine sokmuşlardır. Genotiplerin K alımını inceleyen araştırıcılar, genotipler düzeyinde farklılıkların olduğunu, K'nın kuraklığa toleransla bağlantılı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Jaleel ve ark. (2007), kalsiyum klorür ($CaCl_2$) içeren ve içermeyen ortamlarda yetiştirdikleri *Catharantus roseus* (Roset) bitkilerini kuraklık stresine maruz bırakmışlardır. Stres sonucu $CaCl_2$ içermeyen ortamda bulunan bitkilerde lipid peroksidasyon, H_2O_2, GB ve prolin miktarı artarken, prolin oksidaz enzim aktivitesinde azalma meydana gelmiştir. 5mM $CaCl_2$ uygulaması sonucunda bitkilerde lipid peroksidasyon, H_2O_2 miktarlarında azalma kaydedilmiş, prolin miktarı prolin redüktaz enzim aktivitesindeki artışa bağlı olarak azalmıştır. Özellikle kalsiyum uygulaması kuraklık stresine ozmotik düzenleyici olarak görev yaparak GB artışını da sağlamıştır.

Su stresi karşısında bitki hormonlarının değişimi ozmotik uyum açısından oldukça önemlidir. Genel olarak ABA, stomaların kapanması ve böylece transprasyonun önlenmesinde görevliyken, sitokinin ve giberalik asit stomaların uyarılarak açılmasına neden olmaktadır. Kuraklığa dayanımda genel olarak bitki bünyesinde ABA miktarı artarken, sitokinin ve giberalik asit miktarı azalmaktadır (Lıvne ve Vaadıa, 1965; Cummins, 1973; Hsiao, 1973; Aharoni ve ark., 1977).

Hosoki ve ark. (1987), kavunda yaptıkları bir çalışmada bitki hücrelerinde ABA, sitokinin ve giberalik asit miktarının su stresi karşısında değişimlerini incelemişlerdir. Kuraklığa dayanıklı olan Howell çeşidinin stres karşısında ABA miktarını hızlı bir şekilde artırırken, Katsurashirouri çeşidinde bu artış yavaş gelişmiştir. Stres öncesi, her iki çeşitte sitokinin ve giberalik asit miktarı benzerlik gösterirken, stres sonrası Howell çeşidinde bu hormonlarında daha hızlı azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, Howell çeşidinin ABA, sitokinin ve giberalik asit gibi hormonları hemen devreye sokarak dayanıklılık sağladığı ancak Katsurashirouri çeşidinin hormon düzenlemesini yeterli düzeyde gerçekleştiremediği ve böylece dayanım sağlayamadığı bildirilmiştir.

Aminoasitlerden prolin kuraklık stresinde oldukça etkili bir ozmoregülatördür. Kuraklık şiddeti arttıkça prolin birikimi artmaktadır (Gusta and Chen 1987). Prolin, ozmotik bir koruyucu olup, hücresel yapıların korunması ile serbest radikallerin uzaklaştırılmasında rol oynar (Mani ve ark., 2002).

Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) çeşitlerinin kullanıldığı bir kuraklık çalışmasında fasulye (*Phaseolus vulgaris*) çeşidinin prolin birikimini tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) çeşidine oranla daha fazla artırarak ozmotik düzenlemeyi sağladığı, böylece kuraklık stresinde toleranslık seviyesini artırdığı bildirilmiştir (Camacho ve Gonzalez De Mejia, 1998).

Stoyanov (2005), farklı fasulye çeşitlerinde kuraklık stresi karşısında ozmotik düzenleme açısından ortaya çıkan farklılıkları incelemiştir. Bitkiler 14 gün süresince kuraklık stresinde tutulmuş ve bu süre içerisinde toprak ozmotik potansiyeli -0.9 MPa düzeyine ulaşmıştır. Su eksikliği, bütün çeşitlerde ozmotik potansiyelin düşmesine neden olmuştur. Plovdiv 10 ve Prelom çeşitleri stres süresince yapraklarında en yüksek prolin birikimini sağlarken, yaprak su içeriklerindeki azalma minimum seviyede kalmıştır. Dobrudjanski çeşidi ise RWC değerleri -37 oranında azalırken prolin birikimi bakımından ise en son sırada yer almıştır. Çalışma sonucunda, ozmotik düzenlemenin çeşitler arasında farklılıklar ortaya çıkardığı, bitkilerin kuraklık stresinde ozmotik düzenleme ile hayata kalmaya çalıştıkları bildirilmiştir.

Bamyada erken bitki aşamasında yapılan bir kuraklık çalışmasında, stres bitkileri % 60 kısıtlı sulama ile strese sokulmuş, kontrol bitkileri ise tam sulama ile yetiştirilmiştir. Stres bitkilerinin kök, gövde ve yapraklarında prolin miktarı kontrol bitkilerine göre artış göstermiş, köklerde meydana gelen artışın ise diğer bitki organlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda prolinin bir ozmoregülatör olarak davranarak oksijen radikallerinin yok edilmesinde görevli olabileceği ifade edilmiştir (Sankar ve ark., 2007).

Diğer bir ozmotik koruyucu olan glisin betain, bitkilerin stres koşullarına adaptasyonunda oldukça etkili bir aminoasittir. Farklı türlerde yapılan birçok araştırma glisin betain uygulamalarının tuz ve kuraklık streslerinin olumsuz etkisini azalttığını göstermiştir (Harinasut ve ark., 1996; Hayashi ve ark., 1998; Allard ve ark., 1998; Rahman ve ark., 2002).

Iqbal ve ark. (2008), Gulshan-98 ve Suncross ayçiçeği çeşitlerinde yaptıkları bir araştırmada, üç farklı dozda uyguladıkları (0, 50 ve 100 mM) glisin betainin (GB) kurak stresi altında bitki gelişimi ve verim üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kurak stresi her iki çeşitte de yaprak su içeriği, ozmotik ve turgor potansiyelinin azalmasına neden olmuştur. Çalışmada, yapraktan uygulanan GB'nin, kuraklık stresi altında bitkilerde yaprak su içeriği ve turgor potansiyelinin artmasını sağladığı, 100 mM GB dozunun stres koşullarında en 50 mM dozuna oranla daha ideal olduğu bildirilmiştir.

Sorgumda (darı) yapılan bir kuraklık denemesinde bitkiler vegetatif, ürün ve olgun dönemlerinde karbon bileşikleri bakımından değerlendirilmiştir. Karbonhidrat içerikleri vegetatif dönemde % 45.2 ve ürün döneminde % 61.2 oranında artış gösterirken, olgun dönemde % 62.2 oranında azalmıştır. Şeker içerikleri sadece olgun dönemde azalma gösterirken, diğer bitki dönemlerinde artmıştır. Çalışma sonucunda karbon bileşiklerinin vegetatif ve ürün aşamasındaki artış ile ozmotik düzenlemenin sağlanmaya çalışıldığı bildirilmiştir (Oliveira Neto ve ark., 2009)

2.2.5. Kuraklık Stresinde Kullanılabilecek Parametreler

Su bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktörlerden biridir. Kuraklığa toleransa sahip genotiplerin belirlenerek üretimde ve gelecekte ıslah çalışmalarında kullanılması büyük bir öneme sahiptir. Bu amaçla etkin, pratik ve kullanılabilir tarama yöntemlerinin ortaya çıkarılması geniş bitki yelpazesinde çalışılmasına da imkan verecektir.

Quisenberry ve ark. (1981) yaprak kullanımının kuraklık stresinde etkili bir parametre olabileceğini bildirirken, Basal ve ark. (2005), yaprak su kaybının belirlenerek genotip seçiminin yapılabileceğini ifade etmiştir.

Vijayalakshmi ve Nagarajan (1994), çeltikte yaptıkları çalışmada kuraklığa toleransı olan genotiplerin daha fazla kök oluşturdukları ve hassas olan genotiplere göre kök yayılımının yoğun olduğunu bildirmişlerdir.

Reddy ve ark. (2004), beş farklı dut çeşidinde yaptıkları bir araştırmada, kontrol bitkilerinde tam sulama gerçekleştirirken, stres bitkilerinde suyu keserek -2.5 MPa şiddetinde bir kuraklık stresine maruz bırakmışlardır. Stres sonucunda bitkileri değerlendiren araştırıcılar, tüm çeşitlerde değişen oranlarda SOD, CAT, APX, POD ve monodemonodehydroascorbate reductase (MDAR) enzim aktivitelerinde artış olduğunu, bu artışın S-13 çeşidinde daha belirgin gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Tolerant olduğu düşünülen çeşitlerde lipid peroksidasyon değerleri azalırken, prolin GB ve ABA içerikleri artış göstermiştir. Çalışma sonucunda çeşitlerin kuraklığa toleransının belirlenmesinde enzim aktivitelerinde meydana gelen değişim oranlarının önemli bir seçim kriteri olabileceği bildirilmiştir.

Kavun genotiplerinin genç bitki aşamasında kitlesel tarama işlemlerinin gerçekleştirilmesi için yapılan çalışmada farklı PEG 6000 konsantrasyonlarının etkinliği denenmiştir. Çalışmada, 15mM (-0.15 MPa), 30 mM (-0.52 MPa) ve 45 mM (-1.50 MPa) PEG 6000 dozları kontrol ile karşılaştırılmıştır. CU 3 ve CU 196 kavun genotiplerinin kullanıldığı denemede, bitki kuru ve yaş ağırlıkları, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonucunda, 45 mM PEG dozunun bitkilerde ani strese bağlı olarak kısa sürede ölümleri beraberinde getirdiği, 15 mM PEG dozunda ise bitkilerin strese girmesinde gecikme meydana

geldiği, amaca hizmet etmediği ve yetersiz kaldığı saptanmıştır. Kavunda kuraklık stresine karşı genotiplerin farklı dayanıklılık seviyelerini en iyi ortaya koyan PEG dozunun 30 mM olduğu sonucuna varılmıştır (Kuşvuran ve ark., 2008b).

34 farklı bamya genotipinin kuraklığa toleransının belirlendiği bir arazi çalışmasında, bitkiler yan yana iki parselde yetiştirilmiş, bir parseldekiler kuraklık stresine maruz bırakılırken, diğer parseldekiler damlama sulama yöntemiyle sulanarak yetiştirilmiştir. Bamyada genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada görsel skala (0-5 skalası) değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığı ve farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği, özellikle yaş ve kuru ağırlık kayıplarının ön seçim aşamasında önemli bir tarama faktörü olabileceği görülmüştür (Kuşvuran ve ark., 2008b).

Mehri ve ark. (2009), beş adet kuraklığa dayanıklı ve beş adet kuraklığa hassas olarak belirledikleri buğday çeşitlerinde stoma yoğunluğu ve stoma büyüklüklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda tolerant olan çeşitlerde daha az stoma yoğunluğu ve büyüklüğü belirlenirken, hassas olan genotiplerde stoma yoğunluğu ve büyüklüğünün arttığı bildirilmiştir. Araştırıcılar stoma özelliklerinin kuraklığa toleransın belirlenmesinde kullanılır bir parametre olabileceğini ifade etmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2009), 20 farklı kavun genotipinde yaptıkları bir çalışmada, kontrol bitkilerindeki stoma yoğunluğunu belirlemişlerdir. Çalışmada daha az stoma yoğunluğu içeren genotiplerin kuraklık stresinde daha yüksek toleranslık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırıcılar, daha az stoma içeren genotiplerin kuraklık stresi karşısında dayanımlarının daha yüksek olduğunu, bunun önemli bir tarama kriteri olabileceğini bildirmişlerdir.

2.3. Bitkilerde Kuraklık ve Tuzluluk Stresi

Bitkiler tuz ve kuraklık stresleri, büyümede azalma, bitki su potansiyelinde düşüş ve turgorun kaybolması şeklinde yanıt vermekte ve her iki streste de toprak su potansiyeli azalmaktadır (Jones, 1986).

Shalhevet ve Hsiao (1986), pamuk ve biber bitkilerinin tuz ve kuraklığa olan tepkilerini araştırdıkları çalışmada, tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilerin kuraklıkta yetiştirilenlere göre daha iyi bir gelişim potansiyeli gösterdiklerini ortaya koyarken, Stewart ve ark. (1977), tuzluluk ve kuraklığın aynı etkiyi gösterdiğini savunmuştur.

Lupinus angustifolius L. türünde yapılan kuraklık ve tuzluluk çalışmasında, gövde kuru ağırlığı ve gövde boyu kuraklık stresinden 3 gün sonra azalma gösterirken, yaprak su potansiyeli -1.64 MPa'ya düşmüştür. Cu/ZnSOD enzim aktivitesi ise kuraklık uygulamasından 2 gün sonra % 21 düzeyinde artış göstermiştir. 50 mM NaCl uygulaması karşısında kök yaş ağırlığı ve gövde boyu etkilenmezken, 100 mM NaCl uygulaması yaş ağırlık ve gövde boyunda kontrol bitkilerine oranla kayıplar ortaya çıkarmıştır. Tuz stresi Cu/ZnSOD aktivitesinin % 145 oranında artışına neden olmuştur. Çalışma sonucunda kuraklık ve tuzluluk streslerinin SOD formlarında farklı etkiler ortaya çıkardığı, kuraklık ve tuzluluğun oksidatif zarar karşısında farklı mekanizmalar içerebileceği belirtilmiştir (Yu ve Rengel, 1999).

Domates ve şalgamda yapılan tuzluluk çalışmasında, net fotosentez oranı ve stoma geçirgenliği stres koşullarında her iki türde de azalmıştır. Fotorespirasyon oranı domateste tuz ve kurak stresi karşısında artarken, şalgamda kurak stresi altında domatesten daha fazla artış meydana gelmiştir. Transprasyon kuraklık stresinde domates ve şalgamda kontrol bitkilerinden daha az gerçekleşirken, tuz stresinde bu oran domateste bir miktar azalma göstermiştir. Araştırıcılar ayrıca dışarıdan uyguladıkları GB'nin, stres koşullarında etkilerini de incelemişler ve fotosentez oranının, stoma geçirenliğinde GB uygulaması ile artış gösterdiğini, fotorespirasyon oranının ise azaldığını bildirmişlerdir (Makela ve ark., 1999).

Katerji ve ark. (2004), mısırda tuz ve kuraklık stresinin verim üzerinde oluşturduğu etkilerini inceledikleri çalışmalarında, her iki stresinde verim ve yaprak su potansiyelinde azalma meydana getirdiğini, verim üzerinde kuraklık ve tuzluluk streslerinin benzer etki yaptıklarını bildirmişlerdir.

Ashraf ve Iram (2005), tuz stresine hassas olan fasulye (*Phaseolus vulgaris*) türünün, kuraklık stresinde hassas olduğunu, toleranslık düzeyinin ise tuz ile kuraklık stresleri arasında paralellik gösterdiğini ifade etmiştir. Araştırıcılar birçok bitki

çeşidinde, kurağa tolerans ile tuza toleransın ortaya çıkmasında ozmotik düzenlemenin büyük bir öneme sahip olduğunu ve bu sistemlerin benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk ve kuraklık koşullarında çimlenmeye alınan ayçiçeği tohumlarında çimlenme, her iki ortamda da gecikmiştir. Düşük NaCl ortamlarında çimlenme ile kök ve gövde uzunluğu daha fazla olmasına karşın, çimlenme zamanı olumsuz etkilenmiştir. Tohum tüm NaCl ortamlarında çimlenmiş ancak -1.2 MPa PEG uygulamasında çimlenme olmamıştır. Araştırıcılar, çimlenme süresinde ozmotik etkinin tuz toksitesinden daha etkili olabileceği sonucuna varmışlardır (Kaya ve ark., 2006).

Şeker kamışında tuz ve kuraklık streslerinin biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik etkilerinin araştırıldığı çalışma invitro koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bitkiler -0.23 Mpa (kontrol), -0.67 ve -1.20 Mpa (NaCl ortamı) ve mannitiol içeren (kurak stresi) ortamlarında yetiştirilmiştir. Klorofil a, b ve fotosentez oranı her iki stres koşullarında da kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiş ancak bu azalma tuz stresi koşullarında daha hızlı gerçekleşmiştir. Stoma geçirgenliği ve transprasyon oranı her iki streste de azalma göstermiştir. Bitki gelişim parametrelerinin de incelendiği çalışmada özellikle tuz stresi koşullarında meydana gelen kayıplar kuraklık stresine oranla daha fazla olmasına karşın, prolin birikimi tuz stresi koşullarında daha yüksek bulunmuştur. Araştırıcılar ayrıca, genellikle tuz stresi koşullarında iyon toksitesi nedeniyle bitki hücrelerinde meydana gelen zararın, mannitiol içeren kuraklık stresi koşullarından daha fazla olduğunu, membran ve organellerde meydana gelen hasar ve pigmentlerde oluşan bozulmaların ise hücre ölümlerinde öncelikli role sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Cha-um ve Kirdmanee, 2009).

2.4. Tuz ve Kuraklık Stresinde Sitrullinin Rolü

Non-essential bir aminoasit olan sitrullin, ilk kez 1930 yılında karpuz suyunda belirlenmiş ancak bitter kavunu, hıyar ve kabak gibi diğer bir Cucurbit'ler den de izole edilmiştir (Rimando ve Perkins- Veazie, 2005).

Sitrullin, nitrik oksit (NO) sentezi sırasında arginin oksidasyonu sonucu NO ile birlikte üretilmektedir. NO biyosentezi hayvan ve bitkilerde NOS (Nitrik oksit sentezi) ile katalize edilmektedir. L-argininden nitrik oksit sentezi iki basamakta meydana gelmektedir. Birinci basamakta, L-arginin oksitlendirilmesiyle ara ürün N^G-hidroksil-L-arginin (OH) oluşturulur. Bu reaksiyonun gerçekleşmesi için NADPH ve Oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci basamakta OH-L-arginin bir basamak daha oksitlenerek NO ve L- sitrullin oluşturulmaktadır (Rimando ve Perkins- Veazie, 2005; Mori, 2007).

Sitrullin ayrıca prolin ile birlikte glutamate öncüsü olarak da düşünülmektedir. Glutamate kanalı *C. lanatus*' ta olduğu gibi prolin yerine ornitine doğru çalışmaktadır. Bu metabolik döngü içerisinde glutamate P5CR (prolin 5-karboksil redüktaz) ve P5CS (prolin 5-karboksil sentez) aktivasyonu ile proline dönüşürken, αGSA (glutamate α- semialdehit) sayesinde ornitine dönüşmektedir. Oluşan ornitin, ornitin transcarbamoylaz enzim aktivitesi sayesinde sitrullin dönüşmektedir (Şekil 2.1.) (Kawasaki ve ark., 2000; Yokota ve ark., 2002; Daşgan ve ark., 2009b).

Stres koşullarında genellikle reaktif oksijen çeşitleri artar ve bitki hücresinde oksidatif zarara neden olurlar. Bu zararlı radikaller, bitki hücrelerinde bulunan enzim ve antioksidatif metabolitler sayesinde etkisiz hale getirilir. Sitrullin de stres koşullarında artış gösteren önemli bir aminoasittir

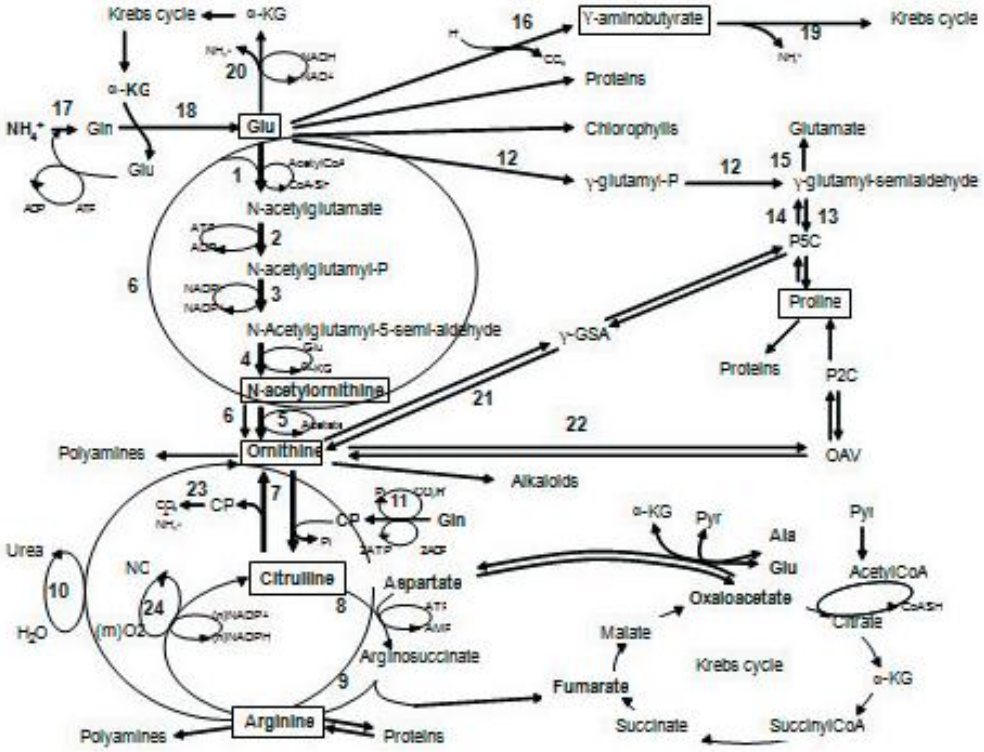
Yerli karpuz, hıyar ve yabani karpuzun kullanıldığı ve 8 gün devam eden bir kuraklık çalışmasında, yerli karpuzun 3; hıyar ise 2 gün sonunda su stresine girmişlerdir. Yabani karpuz ise 8 gün süresince yapraklarında suyu koruduğu ve sağlıklı yapraklara sahip olduğu görülmüştür. Yine aynı çalışmada toplam aminoasit içeriğinin kuraklık stresinde arttığı, stres öncesi minör durumda bulunan sitrullinin sulamanın kesilmesini takip eden 3. günden itibaren majör duruma geçtiği ortaya konmuştur (Kawasaki ve ark., 2000).

Akashi ve ark. (2001) önemli bir aminoasit olan sitrullinin stres koşullarında hidroksil radikallerini tutarak oksidatif zararlanmayı engelliklerini bildirmişlerdir. Anılan araştırıcılar yabani karpuzun materyal olarak kullanıldığı bir kuraklık çalışmasında, kurak koşullarda citrullinin yapraklarda yüksek oranda biriktiğini, bu

bileşenin stres koşullarında hidroksil radikallerini tutarak bir DNA koruyucusu ve bir enzim olarak etkili olduğunu böylece strese toleransta citrullinin etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Rimando ve ark. (2005), karpuzda yaptıkları bir çalışmada çekirdekli ve çekirdeksiz çeşitler arasında citrullin içeriğinin, kuru ağırlıkta 3.9 ile 28.5 mg/g arasında değiştiğini, kırmızı renkli karpuzların sarı ve portakal rengi ete sahip karpuzlardan daha az citrullin içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Karpuz kabuğunda meyve etinden daha fazla sitrullin bulunurken araştırıcılar, çalışma sonucunda karpuz kabuğunun doğal bir citrullin kaynağı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Daşgan ve ark. (2009b), kavunda yaptıkları bir tuzluluk çalışmasında, citrullinin tuza toleransın sağlanmasında etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, tuza tolerant olan Midyat genotipinin, 250 mM NaCl ile sağlanan tuz stresi koşullarında citrullin içeriğinin arttığı 44. günde 57.7 µmol/g dw'a ulaşan bir değer elde edilirken; tuza hassas olan Yuva genotipinde citrullin içeriğinin 22.6 µmol/g dw olduğu belirlenmiştir. Ayrıca prolin içeriğinin her iki genotipte de düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Araştırıcılar kavunda prolin mekanizmasının, citrullin tarafından baskılanabileceğini ve sitrullin mekanizmanın stres koşullarında daha etkin olabileceğini ifade etmişlerdir.



1. N-acetylglutamate synthase 2. N-acetylglutamate kinase
3. N-acetylglutamyl phosphate reductase 4. N-acetylornithine aminotransferase
5. N-acetylornithine aminotransferase 6. N-acetylornithine deacetylase
7. Ornithine transcarbamoylase 8. Argininosuccinate synthase
9. Argininosuccinate lyase 10. Arginase 11. Carbamoyl phosphate synthetase
12. P5C synthetase 13. P5C reductase 14. Proline dehydrogenase
15. P5C dehydrogenase 16. Glutamic acid decarboxylase
17.Glutamine synthetase 18.Glutamate synthase 19.GABA-transaminase
20.Glutamatedehydrogenase 21.delta-ornithine transaminase
22.alpha-ornithine transaminase = DRIP1 23. Carbamate kinase 24. No synthase

Şekil 2.1. Bitkilerde proline ve arginin sentez ve indirgenmesini içeren metabolik döngü (Daşgan ve ark. 2009b)

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Kavunda tuza ve kuraklığa toleransın belirlenmesinde etkin seçim yöntemlerinin belirlenmesi doğrultusunda, kavun genotiplerinin stres koşullarında geliştirdikleri korunma mekanizmaları ile antioksidan enzim aktiviteleri ve citrullinin stres koşullarında bitkilerde oynadıkları rolün ve bunların etkisinin araştırıldığı çalışmada ön seçim aşamasında 31 adet farklı kavun genotipi kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Genel tarama (screening) çalışmasından elde edilen denemelerinde ışığında, özel tarama çalışmasında genotip sayısı 19'a indirilmiş ve bunlara CU 272 no'lu genotipte eklenerek toplam genotip sayısı 20 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

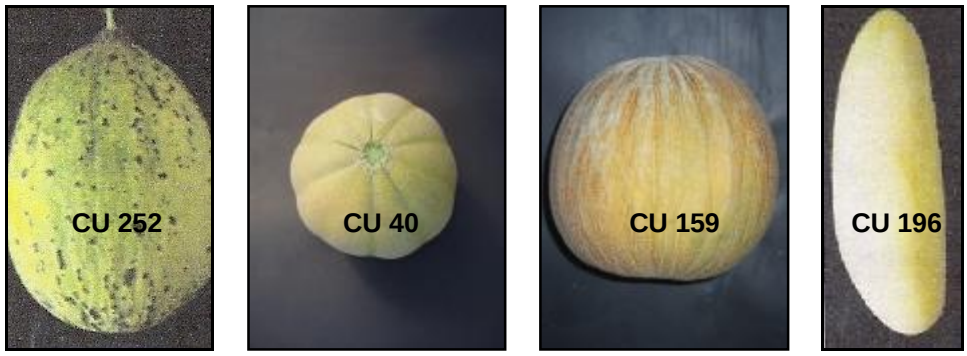
Çizelge 3.1. Çalışmanın "genel tarama aşamasında" kullanılan kavun genotiplerinin denemelerdeki kod numaraları ile çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri

Kodu	**Yöre/(İsim)**	**Kodu**	**Yöre/(İsim)**	**Kodu**	**Yöre/(İsim)**
CU 2	Banaz- Uşak	CU94	Yuva	CU234	Susurluk
CU3	(Ananas)	CU99	Şereflikoçhisar	CU244	Ayvalık (Hasanbey)
CU16	Lüleburgaz	CU100	Türkmenistan	CU252	Manisa (Kırkağaç)
CU23	Yalova	CU107	Adıyaman (Saf4)	CU265	Erciş- Van
CU25	Yusufeli- Artvin	CU130	Iğdır	CU280	(Şemame)
CU30	Niğde	CU133	(Kırkağaç 637)	CU305	Adana (Agrestis)
CU31	Söğüt- Bilecik	CU159	Van	CU372	(HMK 208) Y20
CU40	Ankara Üniv.	CU 179	Kızıltepe-Mardin	CU375	Y35
CU48	Sındırgı- Balıkesir	CU196	Midyat	Ticari Çeşit	(Galia F1)
CU52	Bucak	CU208	Bağpınar		
CU69	Besni	CU231	Balıkesir		

Ayrıntılı fizyolojik çalışmaların yürütüldüğü üçüncü deneme ise, 2 adet tuza ve kuraklığa tolerant (CU 159 ve CU 196), 2 adet tuza ve kuraklığa hassas (CU 40 ve CU 252) olmak üzere toplam 4 adet genotip ile sürdürülmüştür. Kullanılan bitki materyali, Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait kavun koleksiyonundan temin edilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmanın "özel tarama aşamasında" kullanılan kavun genotiplerinin denemelerdeki numarası, kodu, çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer

Kodu	**Yöre/(İsim)**	**Kodu**	**Yöre/(İsim)**	**Kodu**	**Yöre/(İsim)**
CU 2	Banaz- Uşak	CU100	Türkmenistan	CU244	Ayvalık (Hasanbey)
CU3	(Ananas)	CU107	Adıyaman (Saf4)	CU252	Manisa (Kırkağaç)
CU25	Yusufeli- Artvin	CU130	Iğdır	CU272	Irgıtlı, Van
CU40	Ankara Üniv.	CU133	(Kırkağaç 637)	CU280	(Şemame)
CU52	Bucak	CU159	Van	CU305	Adana (Agrestis)
CU69	Besni	CU 179	Kızıltepe-Mardin	CU375	Y35
CU99	Şereflikoçhisar	CU196	Midyat		



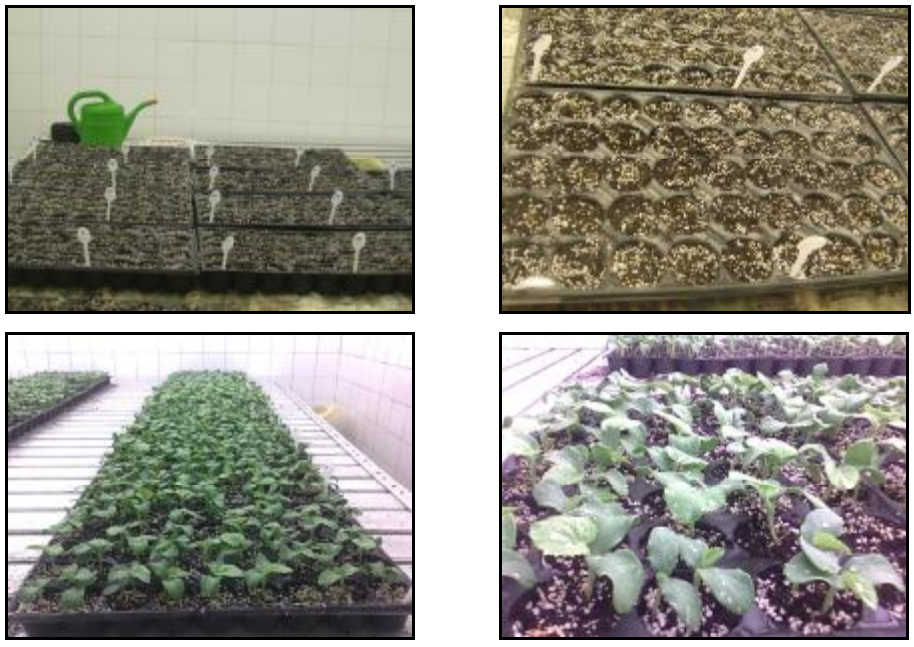
Şekil 3.1. Hassas (CU 252 ve CU 40) ve tolerant (CU 159 ve CU 196) genotiplerin meyve şekilleri (Şensoy, 2005)

3.2. Metod

3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması

Denemenin ilk aşaması olan genel tarama çalışması için 31, özel tarama çalışması için 20 ve iyon regülasyonu ile enzim aktivitelerinin araştırıldığı fizyolojik çalışmalar için 4 adet kavun genotipine ait tohumları 2:1 oranında karıştırılmış torf:perlit karışımı içeren 45 gözlü (9x5) viyollere ekilmiştir. Ekilen tohumlar, kontrol edilerek çeşme suyu ile sulanmıştır (Şekil 3.1.).

Kotileden yapraklar yatay duruma geldiği ve ilk gerçek yaprakların oluştuğu dönemde fideler 2 litre hacminde, 2:1 oranında karıştırılmış torf:perlit karışımı harç içeren plastik saksılara her saksıda 2 adet bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır (Şekil 3.2). Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar standart besin çözeltisi ile sulanmışlardır (Çizelge 3.3.). Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır (Schröder ve Lieth, 2002). Günlük olarak drenaj seviyeleri belirlenmiş ve bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre % 30 civarında tutulmuştur Tüm denemelerde stres ve kontrol uygulamaları 4 yinelemeli olarak düzenlenmiştir.



Şekil 3.2. Tohum ekimi yapılmış viyoller ve gelişmekte olan bitkiler

Çizelge 3.3. Denemede kavun bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği (Daşgan ve Abak, 1999)

Besin elementi	Konsantrasyon (mg L^{-1})
N	172.20
P	52.70
K	328.44
Mg	26.30
Ca	120.30
S	22.47
Fe	1.68
Mn	0.85
B	0.44
Zn	0.30
Cu	0.85

Şekil 3.3. İlk gerçek yaprakları oluşan fidelerin saksılara şaşırtıldıktan sonraki görünümleri

3.2.2. Tuz Uygulamalarının Yapılması

Genel tarama çalışmasında dört gerçek yapraklı aşamaya ulaşan kavun fidelerinde tuz stresi uygulamasına geçilmiştir. Ancak özel tarama aşamasında bitkilerin fazla büyümemesi ve ölçümlerin daha sağlıklı gerçekleştirilebilmesi amacıyla stres yaratma uygulamalarına, bitkilerin iki gerçek yaprak aşamasına ulaştığı dönemde başlanmıştır. Tuz stresi denemesinde, 50 mM NaCl konsantrasyonundan başlanarak, kademeli olarak tuz konsantrasyonu artırılmış ve 4 gün sonunda 200 mM NaCl değerine ulaşılmıştır. Kontrol bitkileri ise standart besin çözeltisi ile sulanmıştır (Şekil 3.3).

3.2.3. Kuraklık Uygulamalarının Yapılması

Bitkilerde kuraklık stresinin ortaya çıkardığı etkilerin belirlenebilmesi amacı ile yapılan çalışmada, genel tarama aşaması serada, diğer denemeler ise iklim kontrollü büyütme odasında gerçekleştirilmiştir. Kuraklık stresinin oluşturulabilmesi için genel ve özel tarama çalışmalarında, sulama tamamen kesilmiş; fizyolojik çalışmaların yapıldığı denemelerde ise su kademeli olarak kesilerek stres oluşması sağlanmıştır. Kademeli olarak yapılan uygulamada drenaj miktarı esas alınarak % 100 doygun olmuş saksıların % 75'i, % 50'si ve % 25'ine kadar nem koşulu sağlandıktan sonra sulama tamamen kesilmiştir. Kontrol bitkileri ise % 30 düzeyinde drenajı sağlanacak şekilde standart besin çözeltisi ile sulanmıştır (Şekil 3.4.).

Şekil 3.4. Tuz uygulaması sonucunda bitkilerde ortaya çıkan zararlanmalar

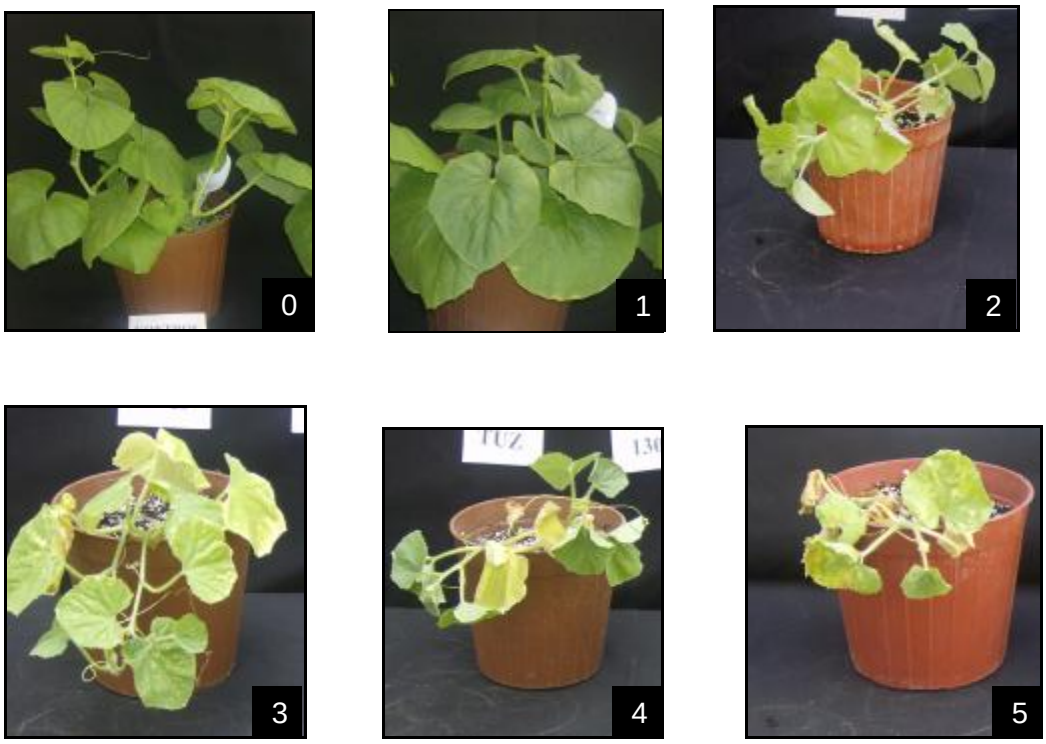
Şekil 3.5. Kuraklık stresi sırasında bitkilerde ortaya çıkan zararlanmalar

3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.3.1. 0-5 Skalası ile Değerlendirme

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 0- 5 arasında puan verilmiştir. Tuz stresi denemesinde kavun bitkilerine aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir.

0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)
1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma
2: Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik leke
3: Yapraklarda % 25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülme başlaması
4: Yapraklarda % 50-75 oranında nekrozlar ve ölümlerin görülmesi
5: Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve/veya bitkinin tamamen ölmesi



Şekil 3.6. Tuz stresi testlerinde kullanılan görsel zararlanma puanları (0-5 skalası)

Kuraklığa tolerans denemesinde ise aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir.

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

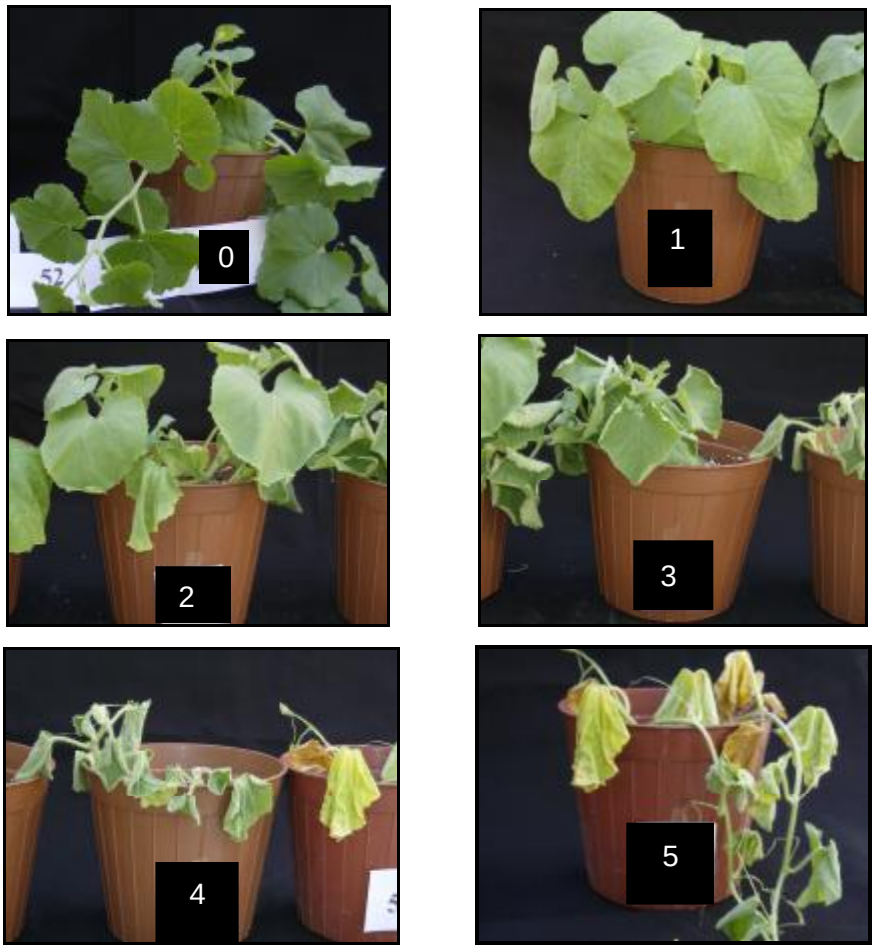
1: Büyümede yavaşlama (Kontrol bitkilerine göre)

2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı

3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk

4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı

5: Bitkilerde solma ve alt yapraklarda kuruma



Şekil 3.7. Kuraklık stresi testlerinde kullanılan görsel zararlanma puanları (0-5 skalası)

3.3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden tesadüfî olarak seçilen 4'er bitki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler 65 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da alınmıştır.

3.3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (± 0.5) cinsinden metre ile ölçülmüştür. Gövde çapı sayısal kompast yardımı ile mm (± 0.1) olarak belirlenmiştir.

3.3.4. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanının Belirlenmesi

Deneme sonunda hasat edilen kavun bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak, yaprak alanı ise Licor marka LI-3000A model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak cm^2/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.5. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Tuzluluğa ve kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) (%) Sanchez ve ark., 2004 ve Türkan ve ark., 2005'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 ºC etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

(TA-KA)/(TuA-KA)x100
TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

3.3.6. Nispî Büyüme Oranının (Relative Growth Rate)-(g kuru ağırlık/gün) Belirlenmesi

Bitkiler su eksikliği ve tuz stresine maruz kalmadan önce (3 gerçek yapraklı aşama) ve stres süresi tamamlandıktan sonra toplam kuru ağırlık yönünden tartılmış ve 2 ölçüm arasındaki farklılık gün sayısına bölünerek, farklı genotiplerin stres süresince büyüme oranları g kuru ağırlık/gün olarak tespit edilmiştir.

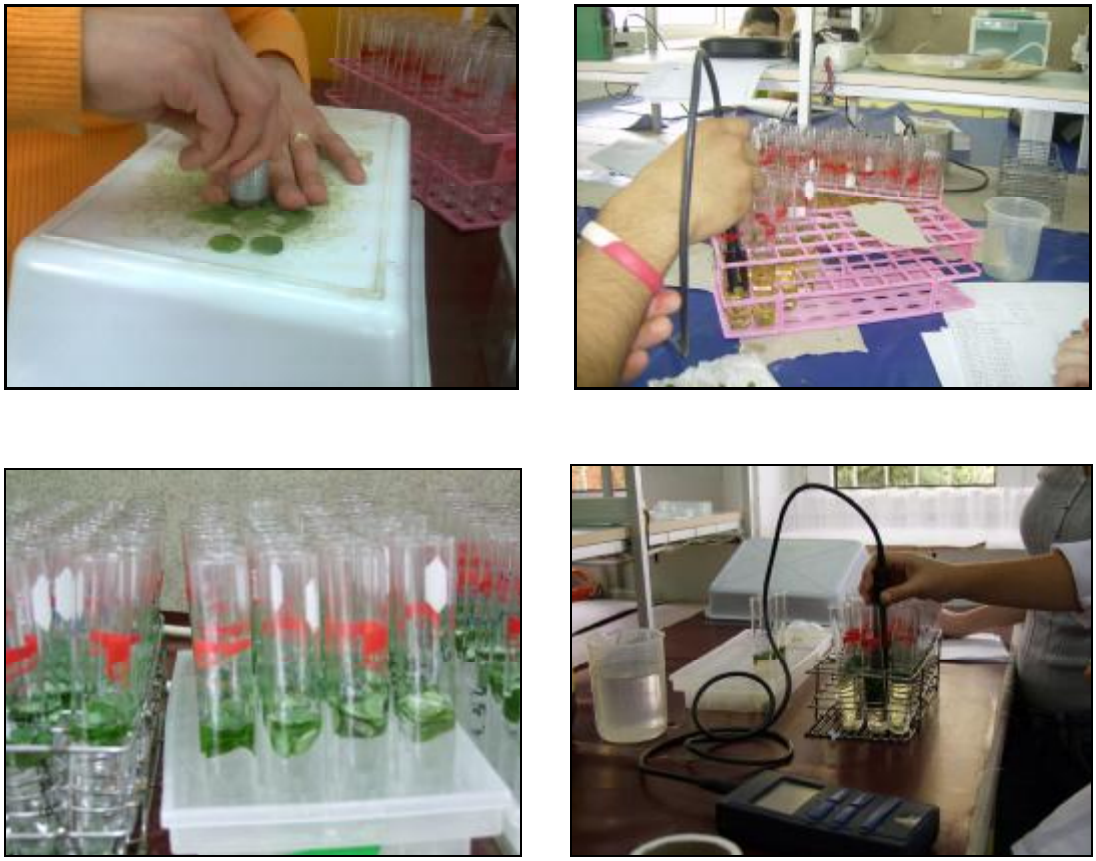
3.3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (Membran İnjury İndex)

Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MII) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978; Fan and Blake, 1994); stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100^{o}C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

MZİ=(Lt-Lc/1-Lc)x100

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

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



Şekil 3.8. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi için disklerin alınması ve disklerde EC değerlerinin belirlenmesi

3.3.8. Mineral Element Analizleri

Tuz ve kontrol uygulamalarından tesadüfî olarak seçilen dörder bitkinin yaprakları ve kökleri mineral madde tayini için kullanılmıştır. 200 mg tartılan kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri 550 ºC kül fırınında 8 saat yakılmıştır. Elde edilen kül, % 3,3 'lük HCl 'de çözünmüş ve mavi bantlı filitre kağıdında süzüldükten sonra Na, K ve Ca okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spekfotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir.

Tuzluluk çalışmalarında bitki yeşil aksam ve kökteki Cl konsantrasyonun belirlenmesi Johnson ve Ulrich (1959)' e göre ve Mohr metodu ile yapılmıştır. Buna göre; öğütülmüş bitki örneklerinden 100 mg tartılarak 50 ml kapasiteli santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 25 ml saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkalanmış ve 4000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 20 ml alıp erlenmayerlere

konulmuş, üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edildikten sonra gümüş nitrat eriyiği ile titre edilmiştir. Klorun tamamı gümüş klorür halinde çökeldiğinde ve açık kahverengine dönüştüğünde titrasyona son verilmiştir. Cl konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

Klor % = (N-B) /A x 100

N: Numune titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

B: Blank titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı

Şekil 3.9. Atomik absorbsiyon spekfotometre cihazında iyon analizlerinin gerçekleştirilmesi

3.4. Ayrıntılı Fizyolojik Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler

3.4.1. Klorofil Miktarı

Klorofil analizi Arnon (1949)'a göre gerçekleştirilmiştir. 200 mg taze yaprak örnekleri doğrudan ışık gelmeyen loş bir yerde % 80'lik aseton içerisinde homojonize edilmiş ve filitre edildikten sonra ekstrakt aseton ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Örneklerdeki toplam klorofil miktarı, spektrofotometre'de 652 nm'de ölçülmüş ve taze ağırlık başına (g) mg olarak hesaplanmıştır.

3.4.2. Lipid Peroksidasyonu

Lipid peroksidasyonunun ölçümü Lutts ve ark. (1996) tarafından anlatılan yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir. Yaprak örneklerinden 200 mg tartılmış ve üzerine 5 ml % 0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ilave edilmiştir. Bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstrakttan 3 ml süpernatant alınmış, süpernatantın üzerine, içinde % 20 TCA bulunan % 0.1'lik tiobarbütrik asit (TBA)'den 3 ml ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formüle yerleştirilerek MDA (Malondialdehit) miktarı hesaplanmıştır.

MDA= (A 532- A 600) x Ektrakt hacmi (ml) / (155mM/cm x Örnek miktarı (mg))

3.4.3. Antioksidatif Enzim Analizleri

Kuraklık ve tuzluluk stresi altındaki bitkilerde meydana gelen enzim değişimlerini saptamak için yaklaşık 1 g taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık 10 ml fosfat tampon çözeltisi (pH: 7.6) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dakika süresince 15000 rpm devir hızında santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifügantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim analizlerinin yapılacağı örnekler buz içeren küvetlere yerleştirilerek analiz yapılıncaya kadar +4°C sıcaklıkta tutulmuştur.

3.4.3.1. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi

Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994) tarafından önerilen, NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında O_2^- tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür. Tüm çözeltiler konulduktan sonra reaksiyon ortamı son hacim 5 ml olacak şekilde, cam şişeler içerisine önce 0.1 mM Na-EDTA içeren 50 mM'lık (pH: 7.6) fosfat (P) tamponu, daha sonra üzerine sırasıyla enzim eksraktı

(25-100 µl), 0.5 ml 50 mM Na_2CO_3 (pH: 10.2), 0.5 ml 12 mM L- methionine, 0.5 ml 75 µM P-nitro blue tetrazolium chloride (NBT) ve 10 µM riboflavine eklenmiştir. Örnekler 15 dakika ışık altında bekletildikten sonra, 560 nm'de ölçüm yapılmıştır.

3.4.3.2. Katalaz Aktivitesi (CAT)

H_2O_2'nin 240 nm'de (E=39.4 mM cm^{-1}) parçalanma oranı esas alınarak ölçülmüştür. Bu enzim analizinde son hacim 1 ml olacak şekilde reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfat tamponu (pH: 7.6), 0.1 ml 100 mM H_2O_2 ve enzim ekstraktı ilave edilmiştir (Çakmak ve Marschner 1992, Çakmak 1994).

3.4.3.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi

Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994)'a göre, 290 nm'de (E=2.8 mM cm^{-1}) askorbatın oksidasyonu ölçülerek yapılmıştır. Buna göre, son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına, 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH:7.6), 0.1 ml 10 mM EDTA içeren 12 mM H_2O_2, 0.1 ml 0.25 mM L(-) askorbik asit ve enzim ekstraktı ilave edilmiş ve askorbat oksidasyonu 290 nm'de okunmuştur

3.4.3.5. Glutatiyon Redüktaz (GR) Aktivitesi

Cakmak ve Marschner (1992) ve Cakmak (1994)'a göre 340 nm'de (E=6.2 mM cm^{-1}) NADPH'nın oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH= 7.6), 0.1 ml 0.5 mm okside glutatiyon (GSSG), 0.1 ml 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de okunmuştur.

3.4.4. Antioksidan Analizleri

Yaklaşık 0.5 g taze yaprak örneği sıvı azot yardımıyla 5 ml'de % 5'lik meta fosforik asit ile homojenize edilmiş, daha sonra 4000 g'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Hazırlanan bu örneklerde Vitamin C (askorbik asit) ve SH grupları ölçülmüştür.

3.4.4.1. Vitamin C (Askorbik Asit) Analizi

Çakmak ve Marschner (1992) tarafından belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla, elde edilen santifüganttan 0.4 ml alınmış, üzerine 5 mM EDTA içeren 1 ml 150 mM'lık fosfor tamponu (pH 7.4), 0.1 ml 10 mM DTT (1,4 dithiotreitol) eklenmiş ve 15 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bu sürenin bitiminde aşırı DTT'yi ortadan kaldırmak için bu çözeltinin üzerine 0.2 ml % 5'lik (ağırlık/hacim) NEM (N-ethylmaleimide) eklenmiştir. Daha sonra örneklere sırasıyla 0.8 ml % 10'luk TCA (trichloroecetic acid), 0.8 ml % 44'lük orthofosforik asit, 0.8 ml % 70'lik etil alkol içinde hazırlanmış % 4'lük 2,2- bipyridine 0.4 ml % 3 $FeCl_3$ kimyasallar ortama katıldıktan sonra 50 dakika 40°C'de inkübe edilmiştir. Hazırlanan örnekler 525 nm'de spektrofotometrede okunmuştur.

3.4.4.2. SH-Gruplarının Konsantrasyonu

% 5'lik meta- fosforik asit ekstraksiyonunda DTNB (5-5 ditiyobis-Z-benzoik asit) reagenti kullanılarak Çakmak ve Marschner (1992)'nın belirttiği yönteme göre yapılmıştır. Buna göre; 0.5 g alınan taze yapraklar % 5'lik meta-fosforik asit ile homogenize edilerek 4000 g'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen örneklerden 0.5 ml alınarak, üzerine 5 mM EDTA içeren 150 mM'lık fosfor tamponu (pH=7.4) ve 0.5 ml 6 mM DTNB çözeltisi ilave edilmiş ve 20 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Renklenen örneklerde 412 nm dalga boyunda absorbans okumaları yapılmıştır.

Şekil 3.10. Enzim analizlerinde örnek alma ve spektrofotometrede okuma işlemleri

3.4.5. Sitrullin Aktivitesinin Belirlenmesi

Sitrullin konsantrasyonu belirlenmesinde, Knipp ve Vasak (2000) tarafından saf citrulline ölçümü ile geliştirilen ve Daşgan ve ark. (2009) tarafından kavun bitkisine modifiye edilen colorimetrik yöntem kullanılmıştır. Taze bitki yapraklarından alınan örnekler 1.5 ml etil alkol (% 96'lık) ile homojenize edilen örneklerin alkolleri 100 °C'de Selecta marka Tetrabloc model ısıtıcı blok kullanılarak uçurulmuştur. Örneklere 1.5 ml saf su eklendikten sonra vortex yardımıyla karıştırılmış ve 10 dakika 5000 g'de santrifüj yapılmıştır. 2 ml'lik şırıngalara 1.5 g 50W-X8 (H^+) dowex doldurulduktan sonra 2 ml saf su ile yıkanmış, 2 ml 2N HCl ve 3 ml saf su eklenmiştir. 300µl örnek eklendikten sonra, 5ml saf su ile tekrar yıkanmış, böylece şeker ve diğer asitlerin uzaklaşması sağlanmıştır. Yıkanan örneklere 2 ml NH_4OH ve 2 ml saf su ilave edilmiş, böylece sitrullinin % 80'i toplanmıştır. Örneklerde sitrullin miktarı 540 nm'de spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir.

Şekil. 3.11. Citrulline analizinden görüntüler

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın genel ve özel tarama bölümlerinde tesadüf parselleri deneme deseni, ayrıntılı fizyolojik incelemelerin yapıldığı son bölümünde ise üçlü (genotip-stres uygulaması ve kontrol-stres süresi) faktöriyel tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri kullanılan deneme desenine göre "SAS 9.0" paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur. Ortalamalar % 5 önem seviyesinde LSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çizelgelerde aynı harf ile gösterilenler ortalamalar istatistiksel olarak aynı grup içerisindedir. Yaprak oransal su içeriği ve membran zararlanma indeksine ait sonuçlar yüzde değerler olarak hesaplandığından, bunların varyans analizinde açı transformasyonu uygulanarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmış, ancak çizelgelerde gerçek değerleri gösterilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık stresi karşısında gösterdiği tepkilerin belirlenmesi, stres çalışmasında kullanılabilecek etkin parametrelerin araştırılması ve tuz ve kuraklık streslerinin fizyolojik mekanizmaların incelenmesi amaçlarıyla planlanan bu tez çalışmasından, elde edilen bulgular 3 ana grup altında sunulmaktadır. Bunlar 31 genotip ile "genel tarama denemeleri", azaltılmış 20 genotip ile "özel tarama denemeleri" ve 4 genotip ile sürdürülen "fizyolojik denemeler".

4.1. Genel Tarama Denemeleri

4.1.1. 0-5 Skalası

Tuz ve kuraklık stresleri uygulanan bitkiler ile stres görmemiş kontrol bitkilerinde yeşil aksamda semptomolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bu skalada subjektif olarak bitkilerdeki zarar dereceleri puanlanmıştır. Kontrol gruplarında yer alan ve zarar görmeyen bitkilerde skala değeri "0" olarak değerlendirilmiştir. Tuz uygulamasından 21 gün sonra, kuraklık uygulamasından ise 14 gün sonra 31 adet kavun genotipinde bitkilerde görsel olarak zararlanma başlamış ve puanları 0 ile 5 arasında verilmiştir.

Birinci tarama çalışmasında 200 mM NaCl uygulanan 31 genotipe ait skala değerleri Çizelge 4.1.'de toplu şekilde verilmiştir. Tuz stresi sonucunda 40 no'lu genotip 31 örnek içerisinde en fazla zarar gören materyal olmuş, bunu 252 no'lu Manisa (Kırkağaç) orijinli genotipi izlemiştir. Kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren 159, 99, 196 ve Galia F_1 kavun genotipleri skala değerleri bakımından en üst sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.1.)

Kuraklık stresi bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyonun ortaya çıktığı çalışmada 133, 196 ve 305 no'lu genotiplerin 1.5 skala puanı ile stres etkisinden en az etkilendiği; 252, 40, 52, 100, 94 ve 69 no'lu genotiplerin ise 3.75–5

skala değerleri ile su stresinden en fazla zarar gören genotipler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Bitkilerin Na toksisitesi altında göstermiş oldukları ilk karakteristik tepki, yeşil aksam büyümesindeki yavaşlamadır. Bu noktadan hemen sonra ortaya çıkan semptomlar, genellikle bitkinin yaşlı yapraklarının uç ve kenar kısımlarının sararmasıyla başlamakta, yaprak kınına doğru ilerleyen kloroz şeklinde devam etmekte ve daha ileri safhalarda klorozların nekrozlara dönüşmesi ve yaprağın kuruması şeklinde kendini göstermektedir (Bergman, 1992; Karanlık, 2001).

Burada sonuçları sunulan denemede, stres sonucu genotiplerin tuz ve kurak koşullarda göstermiş oldukları tepkilerin şiddeti birbirlerinden farklı olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde kuraklık stresinin tuz stresine oranla görsel açıdan daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Aktaş (2002)'ın biberde, Daşgan ve ark. (2002)'nın domateste ve Koç (2005)'un fasulyede yaptıkları tuz çalışmalarında skala değerlerinin genotiplerin seçiminde önemli bir parametre olabileceği ifade edilmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2008a), 34 bamya genotipi ile yaptıkları bir kuraklık çalışmasında, görsel skala (0-5) değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığını ve farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde skala ortalamaları (skala değerleri 0'dan 5'e doğru gittikçe bitkilerde zararlanma artmaktadır)

Genotip	Tuzluluk		Kuraklık	
2	3.00	d-f	3.75	b-d
3	3.75	bc	3.50	c-e
16	2.25	g-i	2.75	e-h
23	2.50	f-h	2.25	g-j
25	2.75	d-f	3.50	c-e
30	2.75	e-g	2.25	g-j
31	3.50	cd	2.75	e-h
40	5.00	a	4.50	ab
48	2.75	eg	2.50	f-i
52	3.25	c-e	4.00	bc
69	2.00	h-j	3.75	b-d
94	1.50	j-l	3.75	b-d
99	1.25	kl	3.00	d-g
100	2.00	h-j	4.00	bc
107	2.75	e-g	2.75	e-h
130	3.25	c-e	2.25	g-j
133	3.00	d-f	1.50	j
159	1.00	l	1.75	ji
179	2.50	f-h	2.00	hj
196	1.25	kl	1.50	j
208	1.25	kl	2.50	f-i
231	3.75	bc	3.25	c-f
234	3.00	d-f	2.25	g-j
244	1.75	i-k	2.50	f-i
252	4.25	b	5.00	a
265	2.25	g-i	3.00	d-g
280	1.25	kl	1.75	ji
305	2.00	h-j	1.50	j
372	2.75	e-g	2.75	e-h
375	2.50	fh	2.50	f-i
Galia F_1	1.00	l	2.75	e-h
Ort	2.55		2.63	
LSD	0.61		0.9	

4.1.2. Stres Altında Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler

200mM tuz stresi altında yetiştirilen kavun genotipleri ve kontrol bitkilerinden alınan bitki örneklerinde yeşil aksam yaş ağırlıkları belirlenmiş ve sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte yeşil aksam yaş ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre genel olarak azaldığı görülmüştür. Tuz stresi koşullarında genotipler içerisinde 196 (41.56 g/bitki), 159 (38.48 g/bitki), 244 (33.68 g/bitki), 99 (33.20 g/bitki) ve 265 (31.72 g/bitki) no'lu genotipler en yüksek yeşil aksam değerlerine ulaşırken; 40 (15.08 g/bitki), 130 (19.24 g/bitki), 252 (19.42 g/bitki), 16 (19.75 g/bitki) ve 23 (20.96 g/bitki) no'lu genotipler tuz stresinden en fazla etkilenen genotipler olmuşlardır. Aynı stres koşulları altında genotiplerin kendi kontrolleri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimlerin genotiplerin tuz stresinden etkilenme derecelerini daha iyi yansıttığına karar verilmiş ve meydana gelen % kayıp değişimleri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. 31 genotip arasından 52, 23, 2, 40 ve 16 no'lu genotiplerin kontrol bitkilerine göre yaklaşık % 67-77 oranlarında ağırlıklarını kaybettikleri gözlenirken bu oran 196, 99, 159 , 244 ve 265 no'lu genotiplerde % 22-40 oranlarında kalmıştır.

Genel tarama çalışmasında, kuraklık stresi koşullarında da, bitkilerin yeşil aksam yaş ağırlık değerleri bakımından genotipler arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Kuraklık koşullarında 69 no'lu genotip 24.63 g/bitki değeri ile en yüksek yaş ağırlığa sahip olurken, 3 no'lu genotip 14.86 g/bitki ile en son sırada yer almıştır. Stres bitkilerinin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimler göz önüne alındığında; 107, 196, 16, 305, 25 ve 159 no'lu genotipler stres koşullarında % 18-35 arasında azalma göstermişlerdir. Stres etkisinin daha fazla görüldüğü 3, 2, 52 ve 231 no'lu genotiplerde yaş ağırlık bakımından kayıplar % 57-75 oranlarında belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Tuz ve kuraklık streslerinin, yeşil aksam yaş ağırlık üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında, tuz stresinin % değişim bakımından genotiplerde daha fazla kayıplara yol açtığı görülmüştür. Tuz stresi koşullarında % 55.50 oranında bir azalma meydana gelirken, kuraklık stresinde bu oran % 43.91 düzeyinde olmuştur.

Çizelge 4.2. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	97.31 a	27.92 c-f	-71.33	55.39 ab	18.30 c-g	-66.96
3	47.49 cd	23.94 d-g	-49.60	60.45 a	14.86 g	-75.42
16	61.33 bc	19.75 f-h	-67.80	25.98 g	19.92 a-f	-23.33
23	91.39 a	20.96 e-h	-77.05	43.01 cd	19.80 a-g	-53.96
25	57.89 b-d	28.38 c-e	-50.98	35.65 c-g	23.62 ab	-33.73
30	54.43 b-d	21.93 e-h	-59.71	33.56 c-g	16.49 e-g	-50.86
31	59.99 b-d	24.64 d-g	-58.93	32.88 d-g	19.28 b-g	-41.22
40	49.22 cd	15.08 h	-69.36	30.81 d-g	17.16 d-g	-44.30
48	56.42 b-d	24.04 d-g	-57.40	38.04 c-g	21.86 a-d	-42.49
52	108.38 a	24.74 d-g	-77.16	64.15 a	17.47 d-g	-72.77
69	59.56 b-d	24.12 d-g	-59.50	45.42 bc	24.63 a	-45.77
94	57.03 b-d	27.41 c-g	-51.95	32.85 d-g	20.13 a-f	-38.72
99	47.23 cd	33.20 a-c	-29.71	30.48 e-g	18.93 b-g	-37.89
100	67.18 b	25.89 c-g	-61.46	45.01 bc	22.56 a-c	-49.88
107	56.13 b-d	25.14 d-g	-55.23	26.95 fg	22.04 a-d	-18.22
130	59.36 b-d	19.24 g-h	-67.57	36.77 c-g	22.11 a-d	-39.87
133	53.67 b-d	22.10 e-h	-58.81	29.50 e-g	17.50 dg	-40.68
159	56.77 b-d	38.48 ab	-32.23	32.62 dg	21.06 a-f	-35.44
179	43.45 d	23.98 d-g	-44.79	33.89 c-g	16.33 fg	-51.81
196	53.46 b-d	41.56 a	-22.26	27.20 fg	21.45 a-e	-21.14
208	47.69 cd	21.84 e-h	-54.21	26.69 fg	17.83 c-g	-33.20
231	62.26 bc	26.01 c-g	-58.22	38.81 c-f	16.78 e-g	-56.76
234	50.80 b-d	24.45 d-g	-51.87	40.04 c-e	19.94 a-f	-50.20
244	55.62 b-d	33.68 a-c	-39.44	40.28 c-e	19.45 b-g	-51.71
252	52.49 b-d	19.42 g-h	-62.99	36.32 c-g	18.63 b-g	-48.71
265	52.63 b-d	31.72 b-d	-39.74	40.08 c-e	20.56 a-f	-48.70
280	63.97 cb	27.20 c-g	-57.46	33.33 c-g	20.41 a-f	-38.76
305	54.46 b-d	21.08 e-h	-61.30	28.84 e-g	21.32 a-f	-26.07
372	60.21 b-d	26.77 c-g	-55.53	36.62 c-g	21.17 a-f	-42.19
375	52.96 b-d	21.67 e-h	-59.07	27.01 fg	16.61 eg	-38.50
Galia F_1	59.23 b-d	25.03 d-g	-57.72	35.69 c-g	20.67 a-f	-42.08
Ort	59.68	25.53	-55.50	37.18	19.64	-43.91
LSD $_{(\%5)}$	17.25	8.18		12.21	5.04	

Tuz ve kuraklık stresinde yeşil aksam kuru ağırlıkları belirlenerek Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Yaş ağırlıkları belirlenen bitkilerin kuru ağırlıklarında da ölçümler yapılmış, stres koşullarında kuru ağırlık miktarlarında da azalma belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). Tuz stresi koşullarında elde edilen değerler bakımından genotipler arasında

farklılıklar çıkmamakla birlikte % kayıplar göz önüne alındığında 23, 52, 2, 40 ve 372 no'lu genotiplerde kontrollerine göre % 69-75 oranlarında kayıpların ortaya çıktığı, buna karşılık 179, 196, 280, 99 ve 159 no'lu genotiplerde bu kayıpların % 36-42 arasında kaldığı görülmüştür.

Strese maruz bırakılan kavun bitkileri yeşil aksam kuru ağırlık değerleri bakımında da incelenmişlerdir. Kuraklık stresinin yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlık miktarlarında da azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Kavun genotiplerinin stres koşullarında kontrol bitkilerine oranla kuru ağırlıklarında meydan gelen % değişimleri incelendiğinde, 280 (% 19.52), 107 (% 19.86), 196 (% 22.09), 305 (% 22.54) ve 25 (% 24.22) no'lu genotiplerin stresten en az etkilenen genotipler olduğu anlaşılmıştır. Kurak stresi karşısında kuru madde kaybının en fazla olduğu genotipler ise sırasıyla; 3 (% 68.79), 52 (% 67.21), 2 (% 61.54), 100 (% 55.48) ve 231 (% 53.72) şeklinde sıralanmıştır.

Tuz ve kuraklık stresinin her ikisi de, genel olarak bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalara neden olmuştur. Tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında ise bitkilerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları açısından tuz toksisitesinden daha fazla etkilendiği ve % değişim ortalamaları dikkate alındığında, tuz stresinde oluşan kayıpların, kuraklık stresinden olanlara göre yeşil aksam yaş ağırlıklarının % 11.53; kuru ağırlıklarının ise % 13.33 oranında daha fazla olduğu görülmüştür. Mer ve ark. (2000), tuz stresinin büyümede sınırlanma ve yaşlı yapraklarda nekrozlar şeklinde etkisini gösterdiğini bildirirken buğday, patlıcan ve biberde yapılan çalışmalarda da, stres sonucu bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında kayıpların meydana geldiği bildirilmiştir (Karanlık, 2001; Aktaş, 2002; Daşgan ve ark., 2002; Yaşar, 2003). Yapılan çalışmada, skala değerinde meydana gelen artışa paralel olarak yaş ve kuru ağırlıkta meydana gelen kayıplar da artış göstermiştir. Bu sonuçlar kavun ve fasulyede yapılan çalışmalarla da uyum göstermiştir (Kuşvuran, 2004; Koç, 2005). Kavunda yapılan çalışmalar tuz stresi sonucu vegetatif gelişme ve meyve ağırlığında azalmalar meydana geldiğini gösterirken (Mendlinger ve Pasternak, 1992a; Batia ve ark., 2005); Charzoulakis ve Klapaki (2000), biberde 25 mM üstünde tuz uygulanan ortamlarda yetiştirilen biber bitkilerinde kuru ağırlığın önemli ölçüde azaldığını ifade etmişlerdir. Asraf ve ark. (2003), 100 mM tuz

konsantrasyonunda yetiştirdikleri bamya çeşitlerini farklı parametreler bakımından değerlendirmişler, bunlar içerisinde kuru ağırlık değerlerinin, tuza toleransı daha yüksek olan Posa Swani çeşidinde Sabz Bhindi çeşidine oranla yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.3**.** Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda farklı kavun genotiplerinde yeşil aksam kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	10.48 a	3.01 c-f	-71.31	5.33 a	2.05 d-i	-61.54
3	5.52 e-g	2.62 d-i	-52.54	5.03 ab	1.56 i-k	-68.79
16	6.89 c-f	2.53 e-i	-63.28	2.45 ij	1.58 i-k	-35.51
23	8.85 a-c	2.13 ij	-75.93	3.90 ce	1.90 d-j	-51.41
25	7.33 ce	3.11 b-e	-57.57	3.02 d-j	2.28 b-e	-24.42
30	4.79 g	2.44 e-i	-49.06	2.83 e-j	1.65 e-k	-41.70
31	6.34 d-g	2.85 d-i	-55.05	3.21 d-j	1.94 d-j	-39.44
40	5.46 e-g	1.58 j	-71.06	2.64 gj	1.52 jk	-42.42
48	5.53 e-g	2.63 d-i	-52.44	3.34 d-i	2.11 c-h	-38.48
52	10.33 a	2.69 d-i	-73.98	4.91 a-c	1.61 hk	-67.21
69	5.94 d-g	3.10 b-e	-46.63	3.51 d-i	2.32 b-e	-33.81
94	6.19 d-g	2.95 cg	-52.34	3.03 d-j	1.99 d-j	-34.32
99	9.41 ab	5.63 a	-40.23	5.24 a	2.98 a	-43.13
100	6.03 d-g	2.82 d-i	-53.24	2.92 e-j	1.30 k	-55.48
107	5.09 fg	2.88 d-i	-43.42	2.82 e-j	2.26 b-f	-19.86
130	5.86 d-g	2.21 h-j	-62.29	3.27 d-i	2.36 b-d	-28.05
133	5.18 fg	2.49 e-i	-51.93	2.83 e-j	1.91 d-i	-32.51
159	5.42 e-g	3.14 b-e	-42.07	2.61 h-j	1.90 d-j	-27.20
179	4.54 g	2.90 d-i	-36.12	3.23 d-j	1.91 d-j	-40.87
196	5.87 d-g	3.74 b	-36.29	3,35 d-i	2.61 a-c	-22.09
208	4.49 g	2.30 fj	-48.78	2.93 e-j	1.81 fk	-38.44
231	5.94 d-g	2.81 d-i	-52.69	3.76 df	1.74 g-k	-53.72
234	4.78 g	2.60 e-i	-45.61	2.89 e-j	2.02 d-j	-30.00
244	5.58 d-g	2.99 c-f	-46.42	3.74 d-g	2.00 d-j	-46.52
252	5.44 e-g	2.19 h-j	-59.74	3.60 d-i	1.73 e-k	-51.94
265	5.83 d-g	3.33 bd	-42.88	4.08 bd	2.19 b-g	-46.45
280	6.01 d-g	3.67 bc	-38.94	3.33 d-i	2.68 ab	-19.52
305	4.91 fg	2.25 g-j	-54.18	2.13 j	1.65 h-k	-22.54
372	7.52 bd	3.33 b-d	-69.02	3.73 d-g	1.93 d-j	-48.26
375	5.81 d-g	2.29 fj	-59.90	2.74 f-k	1.82 e-k	-33.82
Galia F_1	5.70 d-g	2.86 d-i	-49.82	3.25 d-i	1.88 d-j	-42.15
Ort.	6.23	2.84	-53.38	3.41	1.97	-40.05
LSD $_{(\%5)}$	1.99	0.73		1.10	0.52	

Kuraklık stresi sonucu hücrede meydana gelen su kaybı, plazma membranında oluşan çökme ve serbest kalan hidrolitik enzimler sitoplazmanın otolizine neden olmakta, sonuçta büyümede yavaşlama ve turgorda azalma meydana gelmektedir (Özcan ve ark., 2004; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Bu tez çalışmasında kullanılan genotipler kuraklık stresi altında büyümede yavaşlama, yaş ve kuru ağırlık oranlarında azalma ile karşı karşıya kalmıştır. Karakaş ve ark. (1997) tütün bitkisinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi sonucu bitkilerin kuru ağırlıkların % 56 ile % 60 arasında azaldığını ifade etmişlerdir. Kuraklık stresi altında yetiştirilen genotiplerin skala değerleri ile yaş ve kuraklık değerlerinde meydana gelen kayıplar tuz stresinde olduğu gibi benzerlik göstermiştir. Genel olarak skala değeri yüksek olan genotiplerin stres koşullarında yaş ve kuru ağılık değerleri kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında daha yüksek kayıpların meydana geldiği görülmüştür. Alexieva ve ark. (2001), buğdayda ve Tsuji ve ark. (2003) sorgumda yaptıkları çalışmalarında, kuraklık stresi sonucu bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında kayıplar oluştuğunu ve sorgumda kuru ağırlıkların % 43-58 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Daşgan ve ark. (2002) domateste ve Aktaş ve ark. (2007) biberde yaptıkları çalışmalarda tuz stresi tarama çalışmalarında erken (genç) bitki aşamasında yapılan taramalarda bitki kuru ağırlığının genotipler arasındaki tolerans farklılıklarını ayırmada etkin bir parametre olamayacağını bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda, genotiplerin karşılaştırılmasında doğrudan kuru ağırlıklar yerine, kontrolleri ile karşılaştırılmaları sonucu elde edilen % değişimlerin (ağırlık kayıplarının) göz önüne alınması gerektiği, böylece bitkilerin genetik olarak özelliklerinden kaynaklanan farklılıkların elimine edilerek kontrol bitkileri ile karşılaştırılmasının daha doğru sonuçlar verebileceği belirlenmiştir.

4.1.3. Stres Altında Gövde Çapında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin gövde çap değerleri incelenmiş ve kontrol bitkilerine göre çaplarında değerleri bakımından azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). İncelenen genotipler içerisinde bazıları tuzdan daha fazla etkilenerek kontrol bitkilerine göre çok fazla kayıp gösterirken,

bazılarının ise, kontrol bitkilerine yakın değerler gösterdikleri belirlenmiştir. Bu değerler ışığında 100 (% 66.65), 94 (% 57.58), 52 (% 39.98), 40 (% 39.06) ve 99 (% 38.05) no'lu genotiplerde kontrol bitkileriyle karşılaştırıldıklarında, meydana gelen azalma en yüksek değerlere ulaşmıştır. Tuz uygulaması karşısında 244 (% 8.43), 234 (% 9.54), 375 (% 10.39), 196 (% 11.68) ve 280 (% 12.41) no'lu genotiplerde bitki gövde çapları kontrol bitkilerine yakın bulunmuş ve bu genotiplerde kontrollerine göre % 8-13 oranında bir kayıp meydana gelmiştir.

Kuraklık stresi süresince bitki gövde çapında meydan gelen değişimler Çizelge 4.4.'te gösterilmiştir. Kuraklık uygulamasında tüm genotiplerde bitki gövde çaplarında kontrol bitkilerine göre azalmalar gözlenmiştir. Kuraklık stresi altında her genotipin gövde çapında kendi kontrolüne göre gösterdiği azalma oranı % olarak dikkate alındığında en az etkilenen genotiplerin 375 (% 2.66), 208 (% 6.47), 130 (% 7.69), 305 (% 7.9) ve 133 (% 8.25) no'lu genotipler olduğu görülmüştür. Stres etkisi ile meydana gelen kayıpların en fazla olduğu genotipler ise 3 (% 43.34), 100 (% 38.79), 30 (% 30.02), 231 (% 28.19) ve 16 (% 27.18) olmuştur.

Tuz stresi gövde çapı bakımından kavun genotiplerinin daha fazla etkilenmesine neden olmuştur. Genel olarak % değişim ortalamaları dikkate alındığında tuz stresinde meydana gelen % değişim ortalaması % 24.85 iken kuraklık stresinde bu değer % 18.52 oranında seyretmiştir.

Tuz stresi, büyümede yavaşlamaya neden olurken, bitki gövde çapında da kayıplara neden olmaktadır. Casenave ve ark. (1999), tuz stresinin pamukta korteks oluşumunu önemli ölçüde azalttığını bildirirken; Pimmongkol ve ark. (2002), tuz uygulamasının çeltikte gövde çapında azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklık stresinin, gövde çapını azalttığı ve gelişimi üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Razi ve Asad (1998), kuraklık stresinin ayçiçeğinde gövde çapını etkileyerek kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Kavunda yapılan bundan önceki bir başka araştırma da PEG 6000 kullanılarak oluşturulan kuraklık stresi sonucu, gövde çapında azalma meydana geldiğini, kuraklık stresinde oluşan artışa bağlı olarak bitkilerin, kontrol bitkilerine oranla gövde çapında meydana gelen kayıpların da arttığını göstermiştir (Kuşvuran ve ark., 2008b).

Çizelge 4.4. Genel tarama çalışmasında kontrol bitkileri ile tuz ve kuraklık stresleri altındaki bitkilerde ölçülen gövde çapı ortalamaları (mm/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	8.59 c-f	5.96 d-h	-30.62	7.28 a-g	5.36 e-i	-26.37
3	7.31 c-f	6.37 a-f	-12.86	7.43 a-e	4.21 j	-43.34
16	8.06 c-f	5.55 f-h	-31.14	5.74 i-k	4.18 j-l	-27.18
23	8.99 c-f	6.69 a-d	-25.58	6.26 f-k	5.70 c-i	-8.95
25	7.38 d-f	6.09 d-h	-17.48	6.20 g-k	4.70 h-k	-24.03
30	6.59 ef	5.47 f-h	-17.00	5.83 ik	4.08 kl	-30.02
31	7.98 c-f	6.30 a-f	-21.05	5.77 c-j	5.26 ej	-8.84
40	8.50 c-f	5.18 gh	-39.06	6.22 g-k	4.77 gk	-23.31
48	9.28 c-e	6.05 d-h	-34.81	7.24 a-g	6.06 b-f	-16.30
52	9.98 cd	5.99 d-h	-39.98	6.50 d-k	5.15 g-k	-20.77
69	10.20 c	6.46 a-d	-36.67	7.80 ac	6.30 a-e	-19.23
94	14.38 b	6.10 c-h	-57.58	6.91 c-i	5.40 d-i	-21.71
99	18.32 a	6.38 a-f	-38.05	7.89 ac	6.37 a-e	-19.26
100	18.23 a	6.08 d-h	-66.65	5.80 h-j	3.55 l	-38.79
107	6.56 f	5.59 f-h	-14.79	5.53 k	4.29 i-l	-22.42
130	7.43 d-f	5.91 d-h	-20.46	6.76 c-j	7.24 a	-7.69
133	6.85 ef	5.54 f-h	-19.12	5.93 h-k	5.45 d-i	-8.25
159	8.11 c-f	6.66 a-e	-17.88	7.94 a-c	6.52 a-d	-17.76
179	8.03 c-f	5.58 f-h	-30.51	6.38 e-k	5.47 d-i	-14.26
196	8.31 c-f	7.18 ab	-11.68	7.62 a-d	6.90 ab	-9.45
208	7.38 d-f	6.13 b-g	-16.94	6.49 d-k	6.07 b-f	-6.47
231	9.00 c-f	7.15 a-c	-20.56	8.30 a	5.96 b-f	-28.19
234	7.02 ef	6.35 a-f	-9.54	6.91 c-i	6.10 d-f	-11.72
244	7.00 ef	6.41 a-f	-8.43	7.53 a-e	5.67 c-i	-24.70
252	7.37 d-f	5.61 f-h	-23.88	7.05 c-i	5.90 b-g	-16.90
265	7.77 c-f	6.74 a-d	-13.26	8.24 ab	6.69 a-c	-18.81
280	8.30 c-f	7.27 a	-12.41	7.28 a-g	6.14 a-f	-15.66
305	6.70 ef	5.05 h	-24.63	5.82 ik	5.36 b-i	-7.9
372	8.76 c-f	6.77 a-d	-22.72	7.09 b-h	6.26 a-f	-11.71
375	6.45 f	5.78 d-h	-10.39	5.643 jk	5.79 b-h	-2.66
Galia F_1	8.98 c-f	6.44 a-d	-24.72	7.45 a-d	5.83 b-g	-21.61
Ort.	8.83	6.16	-24.85	6.80	5.80	-18.52
LSD $_{(\%5)}$	2.70	1.06		1.18	1.10	

4.1.4. Stres Altında Gövde Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda yetiştirilen kavun genotiplerinde stres sonucu bitki boyunda meydana gelen değişimler incelenerek Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Bitki boyu bakımından incelenen kavun bitkilerinde tuz stresi ile birlikte bitki boyunda azalma meydan gelmiştir. Bazı genotiplerin kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında diğer genotiplere oranla daha az kayıp meydana getirdikleri belirlenmiş ve bu genotipler arasında 159 (% 38.67), 179 (% 43.95), 280 (45.06) ve 196 (48.02) no'lu genotipler ilk sırayı almıştır. Kontrol bitkilerine göre tuz stresi koşullarında en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise 23 (% 79.78), 52 (% 73.40), 130 (% 73.38), 252 (% 71.43) ve 40 (% 70.99) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresine maruz bırakılan tüm genotiplerde stres etkisi ile kontrol bitkilerine oranla bitki boyu bakımından bir azalmanın meydan geldiği belirlenmiştir. Aynı koşullarda kuraklık stresinden daha az etkilenerek kontrol bitkilerine yakın değerler oluşturan genotiplerde ise kayıplar % 12-22 oranlarında gerçekleşmiştir. Bitki boyu bakımından % kaybın en az olduğu genotipler arasında 133 (% 12.87), 196 (% 20.99), 107 (% 21.94), 23 (% 24.69) ve 280 (% 25.18) no'lu genotipler ilk sıralarda yer almıştır. Kuraklık stresinden en fazla etkilenen ve kontrol bitkilerine göre bitki boyunda kayıpların yüksek olduğu genotipler arasında 100 (% 63.89), 52 (% 63.27), 3 (% 58.09), 244 (% 57.75) ve 252 (% 53.89) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresinin bitki boyu bakımından ortaya çıkardığı tepkiler karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalmanın kuraklık stresine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk genotiplerde genel olarak % 60.04 oranında bir azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran % 40.26 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Bitkilerin geliştiği tuz ortamı ya da kuraklık stresi düşük ozmotik potansiyel, iyon toksisitesi ve beslenme dengesizliği gibi nedenlerle birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu etkilerin başında da bitki gelişiminde meydana gelen azalma gelmektedir. Tuz ve kuraklık stresi karşısında, burada yer alan tüm genotiplerde bitki boyunda değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir.

Sonar ve Lamuya hibrit biber çeşitlerinde, farklı dozlarda NaCl uygulanan ortamlarda, tuz konsantrasyonundaki artış ile birlikte bitki gelişiminde azalma meydana geldiği, çeşitlerin tuz stresi karşısında bitki boylarının kontrol bitkilerine oranla azaldığı bildirilmiştir (Chartzoulakis ve ark., 2000).

Sorgumda yapılan tuzluluk çalışması, tuz stresinin gövde gelişiminde olumsuzluklara neden olduğunu gösterirken (Lacerda ve ark., 2003), Yetişir ve Uygur (2009), farklı kabak genotiplerinin tuz stresi karşısında bitki boyunda azalma gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresi bitki boyunda azalmalara neden olmaktadır. Asraf ve Iram (2005), % 60 kısıtlı sulama ile yetiştirdikleri fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve *Sesbania aculeata* bitkilerinde yaş ve kuru ağırlıklarında azalma olduğu gibi bitki boyunda da azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Yin ve ark. (2005), su stresinin bitki gelişimini sınırlandıran en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Abdalla ve El-Khoshiban (2007), kuraklık stresinin buğdayda meydana getirdiği etkileri araştırdıkları çalışmalarında stres sonucu bitki gövde boyunda % 43-58 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresi sonunda genotiplerinde belirlenen gövde boyu ortalamaları (cm/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	58.50 g-i	21.50 fg	-63.25	30.00 f-i	16.75 g-j	-44.17
3	46.50 ij	18.50 g	-60.22	34.00 e-i	14.25 ij	-58.09
16	62.50 f-i	24.50 d-g	-60.80	23.75 ij	16.75 g-j	-29.47
23	91.50 a	18.50 g	-79.78	18.59 j	14.00 ij	-24.69
25	68.50 d-h	28.00 cf	-59.12	40.75 be	29.75 a-c	-26.99
30	59.25 f-i	20.75 fg	-64.98	36.25 d-g	18.25 f-j	-49.66
31	52.25 h-j	23.75 d-g	-54.55	36.00 d-g	22.75 c-g	-36.81
40	65.50 e-h	19.00 g	-70.99	35.50 d-h	21.50 d-h	-39.44
48	66.00 e-h	20.75 fg	-68.56	39.25 c-g	22.00 d-h	-43.95
52	70.50 c-g	18.75 g	-73.40	56.50 a	20.75 e-i	-63.27
69	81.50 a-e	23.95 d-g	-70.61	51.00 ab	30.25 ab	-40.69
94	61.50 f-i	28.00 cf	-54.47	41.50 b-e	24.50 b-f	-40.96
99	87.25 a-c	40.75 a	-53.30	48.00 a-c	31.00 ab	-35.42
100	55.25 g-j	24.75 d-g	-55.20	36.00 d-g	13.00 j	-63.89
107	60.25 f-i	29.50 c-e	-51.04	38.75 c-g	30.25 ab	-21.94
130	69.50 d-h	18.50 g	-73.38	41.00 be	23.00 c-g	-43.90
133	55.50 g-j	20.00 g	-63.96	25.25 ij	22.00 d-h	-12.87
159	64.00 e-i	39.25 ab	-38.67	47.00 a-c	22.00 d-h	-53.19
179	39.25 j	22.00 e-g	-43.95	32.75 e-i	21.50 d-h	-34.35
196	63.00 f-i	32.75 bc	-48.02	40.50 b-f	32.00 a	-20.99
208	57.50 g-i	22.00 e-g	-61.74	42.00 b-e	22.00 d-h	-47.62
231	76.50 a-f	24.00 d-g	-68.63	39.00 c-g	19.75 ej	-49.36
234	71.50 b-g	23.75 d-g	-66.78	38.25 c-g	22.25 d-g	-41.83
244	58.25 g-i	29.50 c-e	-49.36	35.50 d-h	15.00 h-j	-57.75
252	71.75 b-g	20.50 fg	-71.43	48.25 a-c	22.25 d-g	-53.89
265	69.75 ch	29.50 c-e	-57.71	45.25 b-d	26.00 a-e	-42.54
280	63.25 f-i	34.75 a-c	-45.06	34.75 d-h	26.00 a-e	-25.18
305	88.75 ab	34.50 a-c	-61.13	42.00 b-e	26.75 a-e	-36.31
372	72.00 b-g	34.00 a-c	-52.78	41.00 b-e	21.50 d-h	-47.56
375	84.75 a-d	30.50 cd	-64.01	43.00 b-e	28.25 a-d	-34.30
Galia F_1	47.75 ij	21.75 fg	-54.45	29.50 g-i	21.50 d-h	-27.12
Ort.	65.80	25.75	-60.04	38.41	22.50	-40.26
LSD $_{(\%5)}$	17.67	7.69		10.60	7.06	

4.1.5. Stres Altında Kök Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler

200 mM tuz uygulaması sonucunda bitki köklerinde meydan gelen değişimler Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Kök yaş ağırlıkları bakımdan tüm genotiplerde kontrol bitkilerine oranla değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Buna göre, tuz

etkisinden en az etkilenerek kontrol bitkilerine daha yakın kök yaş ağırlığı oluşturan genotipler 208 (% 3.15), 305 (% 4.91), 231 (% 7.95), 244 (% 11.46) ve 265 (% 13.48) no'lu genotipler olmuştur. Kök yaş ağırlığı bakımından tuz stresinden en fazla etkilenen genotipler ise sırasıyla 2 (% 70.36), 100 (% 60.25), 3 (% 58.82), 234 (% 58.75) ve 40 (% 56.60) no'lu genotiplerdir.

Kuraklık stresi altında yetiştirilen 31 adet kavun genotipine ait bitkilerin kök yaş ağırlıklarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Ortamda oluşan kuraklık stresi tüm genotiplerin kök yaş ağırlıklarında kontrol bitkilerine oranla azalmalara neden olmuştur. Kuraklık koşullarında kök yaş ağırlıklarını diğer genotiplere göre koruyan ve kontrol bitkilerine yakın değerler gösteren genotipler arasında Galia F_1 (% 2.86), 208 (% 11.08), 196 (% 12.36), 305 (17.17) ve 133 (% 17.25) no'lu genotipler ilk sırayı almıştır. Kontrol bitkilerine göre en fazla kayıp ise, 3 (% 79.29), 52 (% 69.74), 231 (% 57.76), 179 (% 54.39) ve 69 (% 53.66) no'lu genotiplerde olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresi kavun genotiplerinin kök yaş ağırlığında azalmaya neden olmuş, genel olarak her iki stres koşulunda da birbirine yakın oranda kayıplar meydana gelmiştir. Tuz stresi koşullarında oluşan % değişim oranı % 38.41 olurken, kuraklık stresinde ortaya çıkan değişim % 36.97 oranında belirlenmiştir.

Tuz stresi koşullarında bulunan kavun bitkilerinin kök kuru ağırlıkları da incelenmiş fakat genotipler arasında istatistiksel olarak bir fark ortaya çıkmamıştır. Bitki kök kuru ağırlıkları bakımından kontrol bitkilerine oranla meydana gelen % kayıplar göz önüne alındığında, tuzdan en düşük düzeyde etkilenen genotiplerin 305 (% 9.62), 208 (% 14.29), 99 (% 31.00), 280 (% 32.14) ve 196 (% 33.33) no'lu genotipler olduğu saptanmıştır. Ancak tuz stresi altında yetiştirilen kavun genotipleri içerisinde % değişimin en fazla olduğu genotipler 2 (% 71.73), 52 (% 67.22), 40 (% 66.07), 23 (% 65.29) ve 100 (% 63.42) no'lu genotipler olurken, bu genotiplerde meydana gelen kayıpların % 63-71 düzeyine ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.6. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda farklı kavun genotiplerinde belirlenen kök yaş ağırlığı ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	8.84 ab	2.62 de	-70.36	8.26 c-g	4.20 c-e	-49.15
3	6.46 c-h	2.66 de	-58.82	18.98 a	3.93 c-f	-79.29
16	6.59 c-f	2.97 b-e	-54.93	7.56 c-j	4.14 b-g	-45.24
23	7.49 a-d	3.77 b-e	-49.67	8.75 c-e	5.84 ab	-33.26
25	9.34 a	4.59 ab	-50.86	7.89 c-i	4.06 c-f	-48.54
30	6.11 d-i	4.26 a-d	-30.28	9.85 cd	6.71 a	-31.88
31	6.06 d-i	2.64 c-e	-56.44	6.82 d-k	4.51 b-d	-33.87
40	5.76 d-j	2.51 de	-56.60	6.01 e-l	4.48 b-d	-25.46
48	4.81 f-l	3.85 a-e	-19.96	7.97 c-h	4.99 bc	-37.39
52	8.26 a-c	4.27 a-d	-48.30	12.69 b	3.84 c-g	-69.74
69	7.02 b-e	3.42 b-e	-51.28	9.56 cd	4.43 b-d	-53.66
94	5.56 d-k	3.91 a-e	-29.68	6.43 e-k	3.64 c-h	-43.39
99	4.72 f-l	2.49 e	-47.25	8.42 c-f	4.85 bc	-42.40
100	7.32 a-d	2.91 b-e	-60.25	4.60 j-l	2.41 gh	-47.61
107	6.54 c-g	3.29 b-e	-49.69	4.35 kl	2.38 h	-45.29
130	5.06 e-k	3.17 b-e	-37.35	6.10 e-l	4.27 c-e	-30.00
133	6.69 c-f	3.61 b-e	-46.04	5.45 f-l	4.51 bd	-17.25
159	7.31 a-d	5.61 a	-23.26	5.08 h-l	3.13 d-h	-38.51
179	4.43 g-l	2.96 b-e	-33.18	5.37 g-l	2.44 g-h	-54.39
196	4.23 i-l	3.35 b-e	-20.99	4.53 kl	3.97 c-f	-12.36
208	3.81 k-m	3.69 b-e	-3.15	3.25 l	2.89 e-h	-11.08
231	4.40 h-l	4.45 a-c	-7.95	6.25 e-l	2.64 f-h	-57.76
234	8.510 a-c	3.51 b-e	-58.75	4.21 kl	2.75 e-h	-34.68
244	3.84 kj	3.40 b-e	-11.46	6.25 e-j	4.10 c-f	-34.40
252	4.73 f-l	3.24 b-e	-31.50	5.78 e-l	3.14 d-h	-45.39
265	3.55 lm	3.08 b-e	-13.48	4.92 i-l	3.54 c-h	-28.05
280	4.77 f-l	3.21 b-e	-32.70	4.61 jl	3.26 d-h	-29.28
305	2.85 m	2.81 c-e	-4.91	5.30 f-l	4.39 bd	-17.17
372	8.49 a-c	3.82 b-e	-55.01	6.73 e-k	4.76 bc	-29.27
375	3.76 k-m	2.42 e	-35.64	4.55 kl	3.76 c-h	-17.36
Galia F_1	5.02 e-k	2.97 b-e	-40.84	3.850 jk	3.94 c-f	-2.86
Ort.	5.88	3.40	-38.41	6.79	3.93	-36.97
LSD $_{(\%5)}$	2.14	1.77		3.96	1.45	

Kuraklık stresi karşısında kök yaş ağırlıkları belirlenen kavun genotiplerinin kök kuru ağırlıkları bakımından ortaya çıkan değişimler de incelenmiş ve Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere tüm genotipler stres koşullarında kök kuru madde miktarı bakımından kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında değişen düzeylerde kayıpların meydana geldiği görülmektedir. Stres koşullarında

bünyelerinde kök kuru madde miktarını koruyabilen genotiplerin 305 (% 2.94), 375 (% 6.25), 107 (% 8.57), Galia F_1 (% 11.29) ve 179 (% 11.32) no'lu genotipler olduğu tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığı bakımından en fazla zarar gören genotipler ise sırasıyla 52 (% 55.43), 3 (% 50.00), 2 (% 45.56), 252 (% 42.19) ve 40 (% 41.07) no'lu genotipler olup, bu genotiplerde kontrol bitkilerine göre meydana gelen % kayıplar % 41-55 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Kök kuru ağırlıkları incelenen kavun genotiplerinde tuz stresinin bitkileri daha fazla etkilediği belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında meydana gelen % değişimler genel olarak % 47.64 düzeyinde saptanırken, kuraklık stresinde genel olarak % değişim ortalamaları % 26.49 olmuştur.

Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, tuz ve kuraklık stresi karşısında bitki kök yaş ve kuru ağırlıklarının olumsuz etkilendiği, kontrol bitkilerine göre değişen oranlarda kayıpların meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak yaptığımız çalışmada yeşil aksamda meydana gelen değişimin bitkinin kök kısmında meydana gelen zararlanmaya göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra kök yaş ve kuru ağırlıkları açısından tuz stresinin kavun bitkilerini daha fazla etkilediği ve genel olarak kavun genotiplerinin tuz stresine daha hassas oldukları görülmüştür. Genotiplerin % değişim ortalamaları tuz stresi koşullarında kök yaş ağırlığında % 38.41 ve kök kuru ağırlığında % 47.61 olurken; kuraklık stresinde sırasıyla % 36.97 ve % 26.49 düzeyinde oluşmuştur. Termaat ve Muns (1986), tuzlu ortamlarda, yeşil aksam gelişmesinin kök gelişmesinden daha fazla etkilendiğini bildirirken, Cruze ve Cuartero (1990), 6 farklı buğdayda yaptıkları çalışmada tuzluluğun köklerden çok yeşil aksam büyümesini engellediğini vurgulamışlardır.

Asraf ve ark. (2003), 100 mM NaCl konsantrasyonunda yetiştirdikleri bamya genotiplerinde tuz stresinin büyümede azalmaya neden olduğunu, kök yaş ve kuru ağırlıklarında ise kayıpların ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Daşgan ve ark. (2002), domateste yaptıkları tuzluluk çalışmasında ise domates genotiplerinin kök kuru ağırlıkları bakımından farklılıklar gösterdiğini ve kontrol bitkilerine göre azalmalar meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Kuraklık stresinin bitki kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından azalmalara neden olduğu, Asraf ve Iram (2005) ve Türkan ve ark. (2005)'ın yaptıkları

çalışmalarla da desteklenmiştir. Abdalla ve El-Khashiban (2007) tarafından buğdayda yapılan çalışmada ise kuraklık stresi sonucu kök ağırlık ve sayısında artış meydana geldiği ifade edilmiştir.

Çizelge 4.7. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde belirlenen kök kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.98 a	0.277 a-f	-71.73	0.90 a-c	0.49 a-f	-45.56
3	0.70 b-g	0.262 c-f	-62.57	1.12 a	0.56 a-d	-50.00
16	0.72 b-e	0.277 c-f	-61.53	0.70 b-g	0.47 a-f	-32.86
23	0.85 a-c	0.295 a-f	-65.29	0.71 b-f	0.59 a	-16.90
25	0.76 a-d	0.290 a-f	-61.84	0.73 b-f	0.56 a-d	-23.29
30	0.54 d-i	0.282 a-f	-47.78	0.80 b-d	0.58 ab	-27.50
31	0.68 b-g	0.280 a-f	-58.82	0.60 d-k	0.38 a-g	-36.67
40	0.56 d-i	0.190 f	-66.07	0.56 d-l	0.33 fg	-41.07
48	0.51 e-i	0.330 a-d	-35.29	0.67 c-h	0.46 a-f	-31.34
52	0.90 ab	0.295 a-f	-67.22	0.92 ab	0.41 a-g	-55.43
69	0.64 c-h	0.375 ab	-41.41	0.67 b-h	0.41 a-g	-38.81
94	0.60 d-h	0.287 a-f	-52.17	0.49 f-l	0.38 a-g	-22.45
99	0.50 e-i	0.345 a-d	-31.00	0.54 e-l	0.45 a-f	-16.67
100	0.73 b-e	0.267 b-f	-63.42	0.37 j-l	0.22 g	-40.54
107	0.61 c-h	0.267 b-f	-56.23	0.35 kl	0.32 fg	-8.57
130	0.60 d-h	0.300 a-f	-50.00	0.57 d-l	0.46 a-f	-19.30
133	0.73 b-e	0.330 a-d	-54.79	0.44 h-l	0.38 a-g	-13.64
159	0.59 d-h	0.350 a-c	-40.68	0.48 f-l	0.37 b-g	-22.92
179	0.49 f-j	0.277 a-f	-43.47	0.53 e-l	0.47 a-f	-11.32
196	0.48 g-j	0.320 a-e	-33.33	0.44 h-l	0.36 c-g	-18.18
208	0.35 ij	0.300 a-f	-14.29	0.45 g-l	0.33 fg	-26.67
231	0.61 d-h	0.370 a-c	-39.34	0.51 f-l	0.34 e-g	-33.33
234	0.61 d-h	0.310 a-e	-49.18	0.53 e-l	0.39 a-g	-26.42
244	0.48 g-j	0.307 a-e	-36.04	0.50 f-l	0.36 c-g	-28.00
252	0.52 e-i	0.292 a-f	-43.85	0.64 d-i	0.37 b-g	-42.19
265	0.41 h-j	0.257 c-f	-37.32	0.70 b-g	0.50 a-f	-28.57
280	0.56 d-i	0.380 a	-32.14	0.42 i-l	0.35dg	-16.67
305	0.26 j	0.235 d-f	-9.62	0.34 l	0.33 fg	-2.94
372	0.72 b-e	0.350 a-c	-51.39	0.77 b-e	0.57 a-c	-25.97
375	0.41 h-j	0.215 ef	-47.56	0.48 f-l	0.45 a-f	-6.25
Galia F_1	0.56 d-i	0.272 a-f	-51.43	0.62 d-j	0.55 a-e	-11.29
Ort.	0.60	0.29	-47.64	0.61	0.43	-26.49
LSD $_{(\%5)}$	0.23	0.11		0.26	0.21	

4.1.6. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Kök/Yeşil Aksam Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen kavun bitkilerinde kök/yeşil aksam yaş ağırlığı oranları hesaplanmış ve sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Genel olarak genotiplerin kök/yeşil aksam oranları tuz stresi altında kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. İncelenen genotipler içerisinde 25 (% 35.64), 3 (% 18.52), 179 (% 15.92), 234 (% 11.76) ve 99 (% 9.52) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte kök yerine yeşil aksam kısmında zararlanmanın daha yüksek olduğu bu nedenle kök/yeşil aksam oranlarının kontol bitkilerine göre daha yüksek olduğu genotiplerin ise 23 (% 165.00), 231 (% 143.06), 305 (% 140.35), 52 (% 133.33) ve 30 (% 108.33) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık stresinde ise genotiplerin kök/yeşil aksam oranları bakımından farklı tepkiler gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). 107 (% 55.37), 16 (% 46.25), 25 (% 22.17), 3 (% 15.92) ve 69 (% 14.29) no'lu genotiplerde stres koşullarında kök/yeşil aksam oranlarında azalma kaydedilirken; 305 (% 145.65), 375 (% 133.33), 196 (% 98.36), Galia F_1 (% 79.44) ve 2 (% 54.36) no'lu genotiplerde en yüksek oranlarda artışlar meydana gelmiştir.

Yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranları tuz ve kuraklık stresinde farklı tepkilerin doğmasına neden olmuştur. Genel olarak tuz stresi koşullarında yeşil aksam kısmında daha fazla zararlanma meydana gelirken, kuraklık stresinde kök bölgesinde zararlanmanın yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Kuru ağırlıkların göz önüne alınması ile oluşturulan kök/yeşil aksam oranları ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir. 200 mM NaCl uygulaması sonucunda kavun bitkilerinde genel olarak yeşil aksam kısmında zararlanma oluştuğu ancak 179 (% 46.32), 107 (% 21.67), 3 (% 18.90), 159 (% 15.60) ve 25 (% 15.45) no'lu genotiplerde kök bölgesinin tuz stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir.

Kuraklık stresi koşullarında ise kök/yeşil aksam oranları kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Bunula birlikte 16 (% 27.56), 234 (% 13.04), 280 (% 12.50), 159 (% 8.02) ve 69 (% 7.33) no'lu genotiplerde stresin kökleri daha fazla etkilediği,

bu nedenle kontrol bitkilerine göre azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer genotipler içerisinde en yüksek % değişimler 265 (% 80.95), 3 (% 60.99), Galia F_1 (% 48.22), 23 (% 48.10) ve 99 (% 46.60) no'lu genotiplerde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.8. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök/gövde yaş ağırlık oranları

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.090 bc	0.095 cd	5.56	0.149 c-e	0.230 b-d	54.36
3	0.135 bc	0.110 cd	-18.52	0.314 ab	0.264 bc	-15.92
16	0.120 bc	0.157 a-d	30.83	0.387 a	0.208 b-d	-46.25
23	0.080 bc	0.212 ab	165.00	0.203 c-e	0.295 b	45.32
25	0.275 a	0.177 a-c	-35.64	0.221c-e	0.172 b-d	-22.17
30	0.120 bc	0.250 a	108.33	0.315 ab	0.440 a	39.68
31	0.105 bc	0.110 cd	4.76	0.207 c-e	0.262 bc	26.57
40	0.118 bc	0.170 a-d	44.07	0.195 c-e	0.295 b	51.28
48	0.082 bc	0.160 a-d	95.12	0.210 c-e	0.228 b-d	8.57
52	0.075 bc	0.175 a-c	133.33	0.198 c-e	0.220 b-d	11.11
69	0.123 bc	0.137 b-d	11.38	0.210 c-e	0.180 b-d	-14.29
94	0.100 bc	0.147 b-d	47.00	0.196 c-e	0.181 b-d	-7.65
99	0.105 bc	0.095 cd	-9.52	0.276 a-c	0.270 bc	-2.17
100	0.108 bc	0.135 b-d	25.00	0.102 e	0.107 d	4.90
107	0.118 bc	0.132 b-d	11.86	0.242 b-d	0.108 d	-55.37
130	0.085 bc	0.162 a-d	90.59	0.166 c-e	0.210 b-d	26.51
133	0.125 bc	0.167 a-d	33.60	0.185 c-e	0.262 bc	41.62
159	0.127 bc	0.150 b-d	18.11	0.156 c-e	0.149 cd	-4.49
179	0.157 bc	0.132 b-d	-15.92	0.167 c-e	0.152 cd	-8.98
196	0.080 bc	0.077 d	-3.75	0.122de	0.242 b-d	98.36
208	0.082 bc	0.170 a-d	107.32	0.125 de	0.157 cd	25.60
231	0.072 bc	0.175 a-c	143.06	0.105 e	0.160 b-d	52.38
234	0.170 b	0.150 b-d	-11.76	0.102 e	0.140 cd	37.25
244	0.070 bc	0.100 cd	42.86	0.159 c-e	0.207 b-d	30.19
252	0.092 bc	0.162 a-d	76.09	0.160 c-e	0.172 b-d	7.50
265	0.067 c	0.097 cd	44.78	0.125 de	0.177 b-d	41.60
280	0.082 bc	0.120 cd	46.34	0.184 c-e	0.162 b-d	-11.96
305	0.057 c	0.137 b-d	140.35	0.184 c-e	0.452 a	145.65
372	0.137 bc	0.155 a-d	13.14	0.187 c-e	0.226 b-d	20.86
375	0.082 bc	0.110 cd	34.15	0.108 e	0.252 bc	133.33
Galia F_1	0.085 bc	0.127 b-d	49.41	0.107 e	0.192 b-d	79.44
Ort.	0.107	0.144	46.34	0.186	0.218	25.58
LSD $_{(\%5)}$	0.101	0.095		0.130	0.135	

Yaş ağırlık oranlarından farklı olarak kuru ağırlık oranları kapsamında artışların genel olarak kuraklık stresinde daha belirgin gerçekleştiği, tuz stresinde yeşil aksam bölgesinde zararlanmanın daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök/gövde kuru ağırlık oranları

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.105 b-d	0.093 b-d	-11.43	0.169 cd	0.239 b-g	41.42
3	0.127 a-d	0.103 b-d	-18.90	0.223 b-d	0.359 ab	60.99
16	0.125 a-d	0.111 a-d	-11.20	0.410 a	0.297 a-d	-27.56
23	0.096 b-d	0.170 a	77.08	0.210 cd	0.311 a-c	48.10
25	0.110 b-d	0.093 b-d	-15.45	0.242 bc	0.246 b-g	1.65
30	0.125 a-d	0.135 a-c	8.00	0.347 ab	0.415 a	19.60
31	0.112 b-d	0.098 b-d	-12.50	0.187 cd	0.196 c-g	4.81
40	0.103 b-d	0.152 ab	47.57	0.212 cd	0.217 c-g	2.36
48	0.092 b-d	0.125 a-c	35.87	0.210 cd	0.218 c-g	3.81
52	0.095 b-d	0.112 a-d	17.89	0.187 cd	0.255 b-g	36.36
69	0.110 b-d	0.123 a-d	11.82	0.191 cd	0.177 d-g	-7.33
94	0.097 b-d	0.098 b-d	1.03	0.162 cd	0.191 c-g	17.90
99	0.053 cd	0.060 d	13.21	0.103 d	0.151 e-g	46.60
100	0.121 a-d	0.105 b-d	-13.22	0.127 cd	0.169 d-g	33.07
107	0.120 a-d	0.094 b-d	-21.67	0.124 cd	0.142 fg	14.52
130	0.102 b-d	0.136 a-c	33.33	0.174 cd	0.217 c-g	24.71
133	0.141 ab	0.133 a-c	-5.67	0.155 cd	0.199 c-g	28.39
159	0.109 b-d	0.092 b-d	-15.60	0.212 cd	0.195 c-g	-8.02
179	0.190 a	0.102 b-d	-46.32	0.205 cd	0.275 b-f	34.15
196	0.082 b-d	0.083 cd	1.22	0.154 cd	0.182 c-g	18.18
208	0.080 b-d	0.132 a-c	65.00	0.136 cd	0.195 c-g	43.38
231	0.105 b-d	0.137 a-c	30.48	0.183 cd	0.193 c-g	5.46
234	0.130 a-c	0.125 a-c	-3.85	0.230 b-d	0.200 c-g	-13.04
244	0.090 b-d	0.107 a-d	18.89	0.178 cd	0.214 c-g	20.22
252	0.097 b-d	0.155 ab	59.79	0.172 cd	0.228 c-g	32.56
265	0.072 b-d	0.076 cd	5.56	0.126 cd	0.228 c-g	80.95
280	0.102 b-d	0.107 b-d	4.90	0.160 cd	0.140 g	-12.50
305	0.052 d	0.105 b-d	101.92	0.206 cd	0.295 a-d	43.20
372	0.095 b-d	0.107 a-d	12.63	0.207 cd	0.247	19.32
375	0.072 b-d	0.098 b-d	36.11	0.191 cd	0.260 b-g	36.13
Galia F_1	0.102 b-d	0.097 b-d	-4.90	0.197 cd	0.292 a-d	48.22
Ort.	0.104	0.112	12.96	0.193	0.230	22.50
LSD $_{(\%5)}$	0.077	0.063		0.130	0.132	

Cruz ve Cuartcro (1990) ve Al-Karaki (2002) domates bitkisinde kök gelişiminin tuz stresinden daha fazla etkilendiğini bu nedenle kök/gövde oranlarının tuza tolerans genotiplerin belirlenmesinde etkin bir parametre olarak göründüğünü bildirmişlerdir. Daşgan ve ark. (2002), kök/gövde oranları ile skala ya da iyon konsantrasyonları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığını, bitki gövde ve kök kuru ağırlıklarının tuza tolerans yönünden bağımsız olarak ele alınabileceğini ifade etmişlerdir. Kaymakanova (2009), fasulyede tuz stresi ile birlikte kök/gövde ağırlık oranlarında artış görüldüğünü, Öz ve Karasu (2007) ise tuz stresinde gövdenin köklere oranla stresten daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Alamgir ve ark. (2007), çeltikte yaptıkları bir çalışmada tuzluluğun kuru ağırlık değerlerinde azalmaya neden olduğunu ancak köklerin stresten gövdeye oranla daha fazla etkilendiğini ve bu nedenle kök/gövde oranlarında azalma meydana geldiğini ortaya koymuştur.

Huang ve Fry (1998) kuraklık stresinin kök/gövde oranında artışlara neden olduğunu, Terzi ve Kadığolu (2006), kuraklıktaki artış ile birlikte kök/gövde oranında artışında devam ettiğini bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2009), kuraklık stresinin yaş ağırlık kök/gövde oranlarının, kuru ağırlık kök/gövde oranlarından daha yüksek çıktığını, kuraklık ile birlikte kök/gövde oranlarının ise arttığını belirtmişlerdir. Burada sunulan tez çalışmasında da kuraklık stresi ile birlikte yeşil aksamda yoğun olarak görülen zararlama nedeniyle kök/gövde oranlarının artış gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.7. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen 31 adet farklı kavun genotipinde ve bunların kontrol bitkilerinden alınan örneklerinde yapılan yaprak sayısına ait değerlendirmeler Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Tuz stresi altında tüm genotiplerin yaprak sayılarında değişen oranlarda azalmanın gerçekleştiği, kontrollerine göre kayıplar esas alındığında % 24 ile % 67 oranında bir değişimin meydana geldiği saptanmıştır. Buna göre tuz koşullarında yaprak sayısı bakımından % kayıpların en az

gerçekleştiği genotipler; 159 (% 24.39), 280 (% 26.09), 231 (% 28.57), 196 (% 28.81) ve Galia F_1 (% 29.09) no'lu genotipler olmuştur. Stres koşullarından en fazla etkilenerek % kayıpların en yüksek olduğu genotipler ise, 52 (% 67.39), 375 (% 63.01), 40 (% 62.30), 2 (% 61.25), 69 (% 60.87) şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.10. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak sayısı ortalamaları (adet/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	20.00 ab	7.75 f-j	-61.25	12.25 a	6.00 c-g	-51.02
3	16.00 b-e	8.25 d-i	-48.44	12.25 a	5.50 d-g	-55.10
16	16.00 b-e	9.25 a-f	-42.19	8.25 b-e	7.00 a-d	-15.15
23	15.00 c-f	7.00 h-k	-53.33	7.00 c-e	5.50 d-g	-21.43
25	23.75 a	11.00 ab	-53.68	8.50 b-e	6.75 b-g	-8.82
30	16.75 bc	9.50 a-e	-43.28	8.75 b-e	6.00 c-g	-8.57
31	13.75 c-h	9.50 a-e	-30.91	8.50 b-e	6.75 b-e	-20.59
40	15.25 c-f	5.75 k-m	-62.30	8.25 b-f	4.75 g	-33.33
48	13.00 c-h	9.00 b-g	-30.77	6.75 ed	7.00 a-d	-9.68
52	23.00 a	7.50 g-k	-67.39	9.00 b-e	5.00 fg	-44.44
69	11.50 f-h	4.50 m	-60.87	7.25 b-e	5.27 eg	-27.59
94	14.75 c-g	8.75 c-h	-40.68	7.00 c-e	6.50 b-f	-7.14
99	21.00 a	11.25 a	-46.43	10.00 ab	7.00 a-d	-32.50
100	16.50 b-d	8.50 d-i	-48.48	9.00 b-e	7.00 a-d	-22.23
107	10.75 gh	7.25 g-k	-53.49	6.50 e	6.00 c-g	-7.70
130	12.50 d-h	6.75 i-l	-46.00	8.50 b-e	6.50 b-f	-23.53
133	13.75 c-h	7.75 f-j	-43.64	9.50 a-d	8.50 a	-10.53
159	10.25 h	7.75 f-j	-24.39	8.00 b-e	6.00 c-g	-18.75
179	13.50 c-h	6.75 i-l	-50.00	9.75 a-c	7.75 a-b	-20.51
196	14.75 c-g	10.50 a-c	-28.81	7.75 b-e	6.75 b-e	-12.90
208	10.00 h	6.25 j-m	-37.50	7.50 b-e	6.00 c-g	-16.67
231	12.25 e-h	8.75 c-h	-28.57	9.00 b-e	6.00 c-g	-33.33
234	10.50 h	7.00 h-k	-33.33	7.50 b-e	6.50 b-f	-13.33
244	13.25 c-h	8.75 c-h	-33.96	8.25 b-e	6.50 b-f	-21.21
252	12.25 e-h	5.00 lm	-40.82	7.00 c-e	5.25 eg	-25.00
265	15.00 c-f	8.50 d-i	-43.33	8.50 b-e	6.50 b-f	-23.53
280	11.50 f-h	8.50 d-i	-26.09	9.00 b-e	6.75 b-e	-25.00
305	11.75 f-h	6.75 i-l	-42.36	6.25 e	5.50 d-g	-12.00
372	12.75 c-h	7.00 h-k	-45.10	7.25 b-e	6.25 b-g	-13.79
375	21.00 a	7.75 f-j	-63.10	10.00 ab	7.25 a-c	-27.50
Galia F_1	13.75 c-h	9.75 a-d	-29.09	8.00 b-e	5.50 d-g	-31.25
Ort.	14.70	8.01	-43.86	8.42	6.31	-22.39
LSD $_{(\%5)}$	4.11	2.20		2.75	1.50	

Kuraklık stresi uygulanan kavun genotiplerinde ve kontrollerinde stres karşısında yaprak sayısında meydana gelen değişim incelenmiş, ölçüm değerleri ve istatistiksel gruplandırmaları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Kuraklık stresinde değerler tuz stresinde olduğu gibi tüm genotiplerde azalmıştır. Kurak koşullarda kontrollerine en yakın değerler 94 (% 7.14), 107 (% 7.70), 30 (% 8.57), 25 (% 8.82) ve 48 (% 9.48) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Özellikle kontrol bitkilerine oranla en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise, % 55.10 ile 3; % 51.02 ile 2; % 44.44 ile 52 no'lu genotipler olarak sıralanmıştır.

Yaprak sayısı bakımından değerlendirilen kavun genotiplerinin tuz koşullarından daha fazla etkilendiği görülmüştür. Kuraklık stresi kavun genotiplerinde ortalama olarak % 22.39 oranında bir kayba sebep olmasına rağmen tuz stresinde bu oran % 43.86 olarak belirlenmiştir.

31 adet kavun genotipine ait bitkilerin tuz stresi uygulaması karşısında stres ve kontrol bitkilerinde yaprak alanı ölçümleri gerçekleştirilmiş olup, elde edilen bulgular Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Tüm kavun genotiplerinde tuz uygulaması karşısında yaprak alanlarında azalmaların ortaya çıktığı, bu azalışın genotipler arasında farklılıkları da ortaya koyduğu saptanmıştır. Tuz uygulamasından daha az zarar gören ve kontrol bitkilerine yakın yaprak oluşturabilen genotipler ise, 179 (% 29.13), 48 (% 32.18), 99 (% 33.64), 265 (% 33.90), 280 (% 35.92) no'lu genotipler olmuştur. Çizelge 4.11.'de de görüldüğü üzere 200 mM NaCl uygulamasından en fazla zarar görerek kontrollerine göre daha az oranda yaprak oluşturan genotipler, 2 (% 69.13), 16 (% 67.38), 23 (% 66.91), 40 (% 69.27), 52 (% 63.55) şeklinde sıralanmıştır.

Su stresi karşısında yaprak sayısı belirlenen bitkilerde, yaprak alan ölçümleri de yapılmış ve elde edilen değerlere ait istatistiksel bulgular ve kontrol bitkilerine göre meydana gelen % kayıp oranları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Sulamanın tamamen kesilmesi ile oluşturulan kuraklık stresi karşısında çalışmaya dahil edilen tüm kavun genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak alanı bakımından azalma meydana gelmiştir. Stres koşullarında yaprak alanını koruyabilen başlıca genotipler 196 (% 8.99), 280 (% 9.79), 305 (% 12.50), 133 (% 11.27) ve 208 (% 13.16) şeklinde sıralanmıştır. Kuraklık stresinin en fazla etkilediği genotipler ise, 2 (%

63.05), 3 (% 59.3), 40 (% 56.31), 100 (% 55.15) ve 30 (% 45.59) no'lu genotipler olarak tespit edilmiştir.

Yaprak alanı tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi göstermiştir. Genotiplerin daha çok tuz koşullarından etkilendiği görülen çalışmada genotiplerin ortalama % değişim oranı % 48.37 olurken, bu değer kuraklık stresinde % 30.81 düzeyinde saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak alanı ortalamaları (cm^2/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	1142.3 ab	368.1 d-k	-69.13	578.3 a	213.7 f-h	-63.05
3	689.6 e-i	323.3 g-l	-53.05	501.0 a-c	203.5 gh	-59.38
16	1034.3 b-d	377.3 b-i	-67.38	326.4 e-i	267.2 c-g	-18.14
23	1098.9 a-c	359.0 d-k	-66.91	451.5 a-e	292.1 b-e	-35.31
25	926.1 b-e	384.0 b-i	-58.55	365.6 d-h	246.1 c-g	-32.69
30	675.2 e-i	365.0 d-k	-45.98	373.3 c-g	203.1 gh	-45.59
31	636.7 f-i	344.2 f-l	-45.86	330.3 e-i	232.5 d-g	-29.60
40	557.4 g-i	171.3 m	-69.27	560.6 ab	244.9 c-f	-56.31
48	595.4 f-i	400.1 b-h	-32.18	323.4 e-i	271.6 c-f	-16.02
52	1317 a	480.0 a-c	-63.55	496.9 a-d	234.0 d-g	-52.91
69	596.8 f-i	241.5 lm	-59.53	371.2 c-g	255.7 c-g	-31.12
94	796.5 d-g	433.2 a-g	-45.61	329.8 e-i	269.4 c-f	-18.32
99	626.9 e-i	416.0 a-h	-33.64	309.5 f-i	253.2 c-g	-18.19
100	944.0 b-e	460.2 a-d	-51.26	233.5 h-i	149.6 h	-55.15
107	522.0 hi	328.0 f-l	-37.18	218.8 i	145.4 h	-33.55
130	560.0 g-i	272.5 j-m	-51.34	388.2 c-g	280.8 b-f	-27.47
133	685.0 e-i	334.0 f-l	-51.24	331.8 e-i	294.4 b-d	-11.27
159	641.2 f-i	388.0 b-h	-39.52	393.8 c-g	281.2 b-e	-28.59
179	489.1 i	347.0 e-l	-29.13	434.7 b-f	265.4 c-g	-38.94
196	845.2 c-f	525.1 a	-37.88	497.4 a-d	452.7 a	-8.99
208	518.0 hi	276.1 i-m	-37.90	274.9 g-i	238.8 d-g	-13.16
231	699.6 e-i	386.9 b-i	-42.36	355.8 e-h	226.8 e-g	-36.27
234	540.2 g-i	315.0 h-l	-41.76	379.3 c-g	270.5 c-f	-28.68
244	635.4 f-i	369.3 c-k	-42.03	373.4 c-g	258.4 c-g	-30.80
252	571.7 g-i	314.0 h-l	-45.15	370.9 c-g	211.4 f-h	-43.00
265	699.2 e-i	456.2 a-e	-33.90	425.6 c-f	307.7 bc	-27.70
280	755.0 e-i	484.0 ab	-35.92	381.7 c-g	344.4 b	-9.79
305	614.4 f-i	263.0 k-m	-57.25	362.2 e-h	296.3 b-d	-12.50
372	681.3 e-i	306.0 h-l	-55.21	354.3 e-h	263.3 c-g	-25.68
375	769.0 d-h	317.0 h-l	-58.84	374.9 c-g	264.8 c-g	-29.36
Galia F_1	739.2 e-i	436.4 a-f	-40.96	306.0 c-f	252.4 c-g	-17.57
Ort.	729.12	362.64	-48.37	379.84	257.78	-30.81
LSD $_{(\%5)}$	272.77	111.66		134.05	65.78	

Genel olarak tuz stresi, yaprak sayısında ve alanında azalmanın meydana geldiği büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir (Shanannon ve Grieve, 1999; Asraf, 2004).

Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transprasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO_2 asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişmede gerileme başlamaktadır (Karanlık, 2001; Yaşar, 2003). Lutts ve ark. (1996), tuz stresi sonucu stres bitkilerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısında bir farklılık meydana gelmediğini ancak stres koşullarında yetiştirilen bitkilerin daha küçük yaprak alanına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Franco ve ark. (1997), kavunda, Katerji ve ark. (1997) ise domateste yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuz seviyesindeki artış ile birlikte yaprak alanında azalma meydana geldiğini vurgulamışlardır. Chartzoulakis ve Klapaki (2000), hibrit biber çeşitlerinde yaptıkları bir tuzluluk çalışmasında, farklı dozlarda NaCl kullanmışlar, 100 ve 150 mM NaCl dozunun yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklık bitkide fotosentezi büyük oranda etkilemektedir. Kurak stresi ile toplam yaprak alanı azalmakta ve fotosentez yavaşlamaktadır. Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybıda o kadar çok olacaktır. Kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transprasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Asraf ve Iram (2005), kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir. Sankar ve ark. (2008), beş farklı bamya çeşidinde yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin yaprak alanı ve net asimilasyon oranında kontrol bitkilerine göre azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.8. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Nispi Büyüme Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Bitkilerin tuz stresi süresince büyüme oranlarının tespit edildiği çalışmada, stres öncesi ve stres sonrası kuru ağırlıklar ölçülmüş ve 21 günlük stres süresine bölünerek günlük büyüme oranları belirlenmiştir. Ölçümler sonunda 159 (% 27.38), 196 (% 30.43), 375 (% 37.50), 99 (% 39.58) ve 179 (% 42.00) no'lu genotipler kontrolüne en yakın büyüme oranları ile ilk sıralarda yer almıştır. Buna karşılık 40 (% 78.95), 52 (% 78.26), 252 (% 72.73), 23 (% 71.19) ve 107 (% 70.00) no'lu genotiplerin en düşük değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Kurak stresine maruz bırakılan kavun genotiplerinin 14 günlük stres süresince oluşturdukları nispi büyüme oranları belirlenmiş olup, bu parametreye ait değerler ve istatistiksel gruplandırmalar Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Kontrol ve stres koşullarında bitkilerin oluşturdukları büyüme oranları arasında farklılıklar ortaya çıkmış, bu değerler bakımından 159 (% 21.62), 196 (% 20.59), 208 (% 28.57), 305 (% 34.48) ve 99 (% 36.17) no'lu genotiplerin kontrol bitkilerine en yakın değerler gösterdiği tespit edilmiştir. % kayıplar incelendiğinde, kontrol bitkilerine göre en fazla kayıp göstererek nispi büyüme oranı bakımından kuraklık stresinden en çok etkilenen genotipler ise sırasıyla 25 (% 85.00), 3 (% 78.95), 69 (% 78.38) ve 100 (% 78.38), 252 (% 78.38), 48 (% 78.38) no'lu genotipler olmuştur.

31 adet genotip ile gerçekleştirilen tuz ve kuraklık çalışması sonucu, her iki stres koşullarında, bitkilerin nispi büyüme oranlarında kontrol bitkilerine göre azalma meydana gelmiştir. Ancak tuz ve kurak stresi karşılaştırıldığında kuraklık stresinde meydana gelen azalma, tuz stresi koşullarında meydana gelen azalmaya göre % 10.93 oranında daha fazla gerçekleşmiştir.

Balasubramanian ve Sinha (2006), tuz stresi altında yetiştirdikleri börülce ve mungo fasulyesinde nispi büyüme oranının stres uygulaması ile düştüğünü bildirmişlerdir. Kaymakanova ve Stoeva (2008), üç farklı fasulye ile yaptıkları çalışmada, tuz stresinin nispi büyüme oranını olumsuz etkilediğini ve stres karşısında kontrole göre azalma meydana geldiğini ifade ederken, nispi büyüme oranının önemli bir tarama çalışması olabileceğini vurgulamışlardır.

Çizelge 4.12. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde nispi büyüme oranı ortalamaları (g kuru ağ./gün)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.30 d	0.15 i-m	-48.39	0.30 d-f	0.10 c-e	-66.67
3	0.56 a-c	0.20 e-j	-64.29	0.37 a-d	0.08 de	-78.95
16	0.52 a-c	0.17 g-m	-67.31	0.36 a-f	0.09 c-e	-72.22
23	0.59 ab	0.16 h-m	-71.19	0.34 b-f	0.09 c-e	-74.29
25	0.66 a	0.27 b-f	-59.09	0.40 a-f	0.06 e	-85.00
30	0.58 a-c	0.21 d-j	-63.79	0.28 d-f	0.12 b-d	-55.17
31	0.53 a-c	0.22 c-i	-59.26	0.42 a-e	0.10 c-e	-74.42
40	0.56 ac	0.11 lm	-78.95	0.44 a-e	0.10 c-e	-75.56
48	0.55 a-c	0.24 b-h	-56.36	0.36 a-f	0.08 de	-78.38
52	0.46 a-d	0.10 m	-78.26	0.55 a	0.12 b-d	-76.36
69	0.47 a-d	0.22 c-i	-52.08	0.51 a-c	0.11 c-e	-78.85
94	0.44 b-d	0.160 e-h	-64.44	0.30 d-f	0.08 c-e	-70.97
99	0.48 a-d	0.28 a-d	-39.58	0.47 a-d	0.30 a	-36.17
100	0.50 a-d	0.15 i-m	-68.00	0.36 a-f	0.08 de	-78.38
107	0.49 a-d	0.15 i-m	-70.00	0.47 a-d	0.11 c-e	-74.47
130	0.38 cd	0.13 j-m	-64.10	0.43 a-e	0.09 c-e	-76.74
133	0.38 cd	0.17 h-m	-53.85	0.34 b-f	0.08 de	-76.47
159	0.48 a-d	0.35 a	-27.08	0.47 a-d	0.29 a	-21.62
179	0.50 a-d	0.29 a-c	-42.00	0.38 a-f	0.12 b-d	-66.67
196	0.46 a-d	0.32 ab	-30.43	0.34 b-f	0.27 a	-20.59
208	0.48 a-d	0.18 g-m	-60.42	0.21 f	0.14 bc	-28.57
231	0.52 a-c	0.17 g-m	-66.04	0.47 a-d	0.10 c-e	-70.83
234	0.45 a-d	0.20 f-k	-56.52	0.45 a-d	0.18 b	-60.87
244	0.39 bd	0.19 f-l	-48.72	0.32 c-f	0.12 b-d	-60.61
252	0.44 bd	0.12 k-m	-72.73	0.36 a-f	0.07 de	-78.38
265	0.39 bd	0.17 g-m	-57.50	0.52 ab	0.10 c-e	-78.85
280	0.46 a-d	0.17 g-m	-63.83	0.44 a-e	0.11 c-e	-72.73
305	0.48 a-d	0.24 b-h	-51.02	0.29 d-f	0.19 b	-34.48
372	0.46 a-d	0.21 c-i	-52.17	0.25 ef	0.10 c-e	-57.69
375	0.40 bd	0.24 b-g	-37.50	0.32 c-f	0.11 c-e	-63.64
Galia F_1	0.52 a-c	0.28 a-e	-47.17	0.41 a-e	0.10 c-e	-76.19
Ort.	0.48	0.20	-57.16	0.38	0.12	-65.19
LSD $_{(\%5)}$	0.20	0.08		0.20	0.06	

Hasni ve ark. (2009), nispi büyüme oranının tuz stresi altında biyosentetik aktivitenin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olabileceğini vurgularken, 15 gün süresince 200 mM tuz stresi koşullarında yetiştirdikleri *Trigonella foenum graecum* L. türünde yüksek tuz konsantrasyonları karşısında yaprakta gerçekleşen nispi büyüme oranını % 17, gövdede ise % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada elde edilen veriler, araştırmacılar tarafından sunulan sonuçlarla da paralelik göstermiştir.

Farnendez-Conde ve ark. (1998), farklı PEG konsantrasyonlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde, doz artışına bağlı olarak yükselen kuraklık stresi karşısında nispi büyüme oranının azaldığını tespit etmişlerdir. Abayomi (2008), soya fasulyesinde kuraklık stresinin diğer büyüme parametrelerini etkilediği gibi nispi büyüme oranını da etkilediğini, vegetatif ve çiçeklenme aşamasında stres koşullarında azaldığını ifade etmiştir. Sanhez ve ark. (2003), *Chenopodium quinoa* Willd. türünde tuz ve kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kuraklık stresinin bitki gelişiminde tuz stresine göre daha fazla engelleyici etkisini bulunduğunu bildirmişler, nispi büyüme oranı bakımından da kuraklık stresinde meydana gelen azalmanın tuz stresine oranla daha yüksek gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

4.1.9. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanma İndeksi (%)'nin Belirlenmesi

Tuz stresi altında yetiştirilen 31 adet genotipe ait kavun bitkilerinde, stres sonrası hücrede meydana gelen zararlanmanın ortaya konulması amacı ile yapılan membran zararlanma indeksine ilişkin sonuçlar ve istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.13.'te verilmiştir. Stres sonucu hücre zararlanması en düşük oranlarda seyrederek, tuzluluktan daha az oranlarda etkilenen genotipler arasında ise 375 (% 10.64), 130 (% 12.72), 107 (% 20.40) ve 94 (% 20.73) no'lu genotipler olmuştur. Yaprak disklerinde yapılan ölçümler ışığında, tuz stresi altındaki bitkilerde hücre zararlanmasının en yüksek olduğu genotiplerin ise 40 (% 69.89), 208 (% 61.08), 231 (% 57.90) ve 252 (% 57.29) no'lu genotipler olduğu tespit edilmiştir.

Kuraklık stresi koşullarında, kavun yaprak hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın belirlendiği çalışmada, genotipler arasında önemli farklılıklar meydana gelmiştir (Çizelge 4.13). Buna göre stres koşullarında en az zararlanmanın görüldüğü genotipler % 24.07 ile 375 no'lu genotip olmuştur. Bunu Galia F_1 (% 25.14) ve 196 (% 25.82) no'lu genotipler izlemiştir. Hücrelerde en fazla

zararlanmanın meydana geldiği genotipler ise 252 (% 45.13) ve 40 (% 40.59) numaralı genotipler olmuştur.

Çizelge 4.13. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde membran zararlanma indeksi (%) (MZİ=(Lt-Lc/1-Lc)x100)

Genotip	Tuzluluk	Kuraklık
2	27.26 h-l	30.72 c-l
3	50.01 a-f	35.63 b-f
16	56.46 a-d	32.03 c-l
23	44.67 b-h	27.79 f-l
25	47.22 a-g	28.90 h-l
30	26.14 i-l	36.57 b-d
31	42.90 a-e	34.43 b-h
40	64.89 a	40.59 ab
48	44.77 b-h	27.43 g-l
52	37.46 e-i	28.84 d-l
69	30.06 g-k	29.06 d-l
94	20.73 j-l	30.35 c-l
99	21.89 j-l	27.20 g-l
100	25.04 i-l	34.26 b-i
107	20.40 c-i	26.31 i-l
130	12.72 kl	27.61 g-l
133	21.15 j-l	29.53 c-l
159	27.41 e-i	26.72 h-l
179	26.99 h-l	28.91 d-l
196	22.03 j-l	25.82 j-l
208	61.08 ab	33.34 b-j
231	57.90 a-c	37.50 a-c
234	31.89 f-i	28.03 e-l
244	35.32 e-i	32.13 c-k
252	57.29 a-c	45.13 a
265	21.46 j-l	24.77 b-g
280	28.85 d-i	35.83 b-e
305	36.05 e-i	26.64 h-l
372	29.92 g-k	27.32 g-l
375	10.64 l	24.07 l
Galia F_1	21.40 j-l	25.14 kl
Ort.	34.25	30.60
LSD (%5)	18.18	28.01

Hücrelerde stres sonrası meydana gelen zararlanma her iki stres koşulunda da benzer değerler göstermekle birlikte tuz stresinde genotiplerin ortalama % değişimi % 34.25 olmasına karşın kuraklık stresinde % 30.60 olarak belirlenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi karşında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran zararlanma indeksi genotipler arasında farklılıklar ortaya koymuştur. Membran geçirgenliği olarak da tanımlanabilen bu parametre, özellikle tuz ve su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002). Zhu ve ark. (2008), hıyarda, Perez-Lopez ve ark. (2008) arpada yaptıkları tuz çalışmalarında, hücre zararlanmasının stres koşullarında arttığını ifade etmişlerdir.

Bajji ve ark. (2002) buğdayda, Ramachandra Reddy ve ark. (2004) dut meyvesinde, Zheng ve ark. (2004), aloe vera bitkisinde kuraklık stresi koşullarında hücre zararlanmasında artış meydana geldiğini vurgulamışlardır. Araştırıcıların ortaya koyduğu sonuçlar, çalışmamızda sunulan bulguları da desteklemektedir.

4.1.10. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yaprakların Oransal Su İçeriğinde Ortaya Çıkan Değişimler

Kontrol ve tuz stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin yapraklarında oransal su içeriği belirlenmiş ve buna ilişkin sonuçlar Çizelge 4.14.'te verilmiştir. Buna göre 99 (% 7.9), 196 (% 7.1), Galia F_1 (% 10.73), 48 (% 10.81) ve 375 (% 11.31) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine oranla su kaybının en az düzeyde meydana geldiği belirlenmiştir. Tuz etkisinden en fazla etkilenerek yaprak oransal su içeriğini koruyamayan genotipler 40 (% 48.57), 31 (% 34.52), 231 (% 31.98), 234 (% 31.17) ve 252 (% 27.67) şeklinde bir sıralama oluşturmuşlardır.

Kurak koşullarda yetiştirilen kavun bitkilerinden alınan yapraklar da oransal su içerikleri açısından değerlendirilmiştir (Çizelge 4.14.). Elde edilen sonuçlar ışığında kurak koşullarda genotiplerin birbirine yakın değerler oluşturduğu görülmüştür. Ancak, genotipler kendi kontrolleri ile karşılaştırıldığında, bazı genotiplerin bünyelerinde su oranını nispeten koruduğu, bazı genotiplerin ise

kuraklıktan daha fazla etkilendikleri belirlenmiştir. Kuraklık stresi karşısında yaprak oransal su içeriğini koruyabilen genotipler 99 (% 12.32), 159 (% 12.9), 244 (% 15.62), 133 (% 15.89) ilk sırayı almışlardır. 231 (% 42.87), 107 (37.19), 48 (% 35.16) ve 2 (% 32.6) no'lu genotiplerin ise kuraklık stresinden en fazla etkilenen genotipler olduğu saptanmıştır.

Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler ışığında yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinin daha fazla etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.14.). Tuz stresi koşullarında ortalama değişim % 18.66 iken kuraklık stresinde bu oran % 26.65 olarak tespit edilmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006), mısırda yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada 200 mM NaCl uygulamasının kavun genotiplerinde % YOSİ değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar Katerji ve ark. (1997), şeker pancarında, Srivastava ve ark. (1998) buğdayda, Kaya ve Higgs (2003) biber bitkisinde elde ettikleri sonuçlarla da uyumludur.

Türkan ve ark. (2005), fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türlerinde yaptıkları kuraklık çalışmasında YOSİ oranının stres karşısında azaldığını, ancak tolerant olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünde meydana gelen azalmanın daha düşük seyrettiğini bildirmiştir. Romanello ve ark. (2008), kurak şartlarda yetiştirilen *Acorus americanus* türünde YOSİ oranının kontrol bitkilerine oranla % 35 düzeyinde azaldığını ifade etmişlerdir. Kuraklık stresi karşısında çalışmamızda sunulan bulgular araştırmacıların sonuçları ile de desteklenmektedir.

Çizelge 4.14. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak oransal su içeriği ortalamaları (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Kayıp**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Kayıp**
2	72.23 e-g	47.03 g-i	-25.19	83.31 a-e	50.72 ab	-32.6
3	83.50 a-d	65.31 a-e	-18.2	82.21 a-e	52.90 ab	-29.31
16	83.57 a-d	69.17 a-d	-14.39	78.56 c-e	55.07 ab	-23.5
23	78.72 b-f	66.22 a-e	-12.51	83.40 a-e	61.30 ab	-22.11
25	75.20 c-f	62.86 b-f	-12.35	79.82 c-e	48.39 ab	-31.43
30	79.60 a-e	65.02 a-e	-14.57	82.27 a-e	61.21 ab	-21.08
31	78.46 b-f	43.95 hi	-34.52	84.63 a-d	44.60 b	-40.04
40	85.05 a-c	36.48 i	-48.57	79.83 c-e	49.58 ab	-30.25
48	90.22 a	79.42 a	-10.81	84.31 a-e	49.16 ab	-35.16
52	62.70 g	47.57 f-i	-15.13	77.95 de	58.90 ab	-19.05
69	72.08 e-g	59.33 b-h	-12.75	78.84 c-e	49.22 ab	-29.63
94	81.41 a-e	66.95 a-e	-14.46	77.97 de	49.83 ab	-28.16
99	74.27 d-f	65.37 a-e	-7.9	65.92 f	53.61 ab	-12.32
100	78.38 b-f	56.63 c-h	-21.74	81.38 a-e	52.59 ab	-28.8
107	83.15 a-d	62.82 b-f	-20.33	79.92 b-e	42.93 b	-37.19
130	68.18 f-g	73.84 d-h	-14.34	76.77 e	63.83 ab	-12.95
133	81.67 a-e	57.75 c-h	-23.94	79.73 c-e	64.05 ab	-15.89
159	77.93 b-f	59.18 b-h	-18.99	79.61 c-e	66.71 a	-12.9
179	83.24 a-d	59.04 b-h	-24.21	80.60 b-e	53.27 ab	-27.33
196	62.02 g	54.92 c-h	-7.1	67.68 f	50.25 ab	-17.44
208	80.58 a-e	60.85 b-g	-19.74	83.53 a-e	51.80 ab	-31.74
231	83.35 a-d	51.44 e-i	-31.93	85.79 a-c	42.93 b	-42.87
234	84.80 a-d	53.64 d-h	-31.17	87.66 ab	61.25 ab	-26.41
244	83.91 a-d	70.05 a-c	-13.86	65.45 f	49.83 ab	-15.62
252	86.09 ab	58.42 b-h	-27.67	81.33 a-e	50.81 ab	-30.52
265	80.78 a-e	64.08 a-e	-16.78	79.80 c-e	55.93 ab	-23.88
280	75.37 b-f	58.66 b-h	-16.7	78.81 c-e	51.32 ab	-27.49
305	81.69 a-e	68.60 a-d	-13.68	88.75 a	59.44 ab	-29.31
372	78.93 b-f	65.92 a-e	-13.01	83.11 a-e	43.72 b	-39.4
375	81.42 a-e	70.11 a-c	-11.31	85.55 a-d	56.96 ab	-28.59
Galia F_1	84.72 a-d	73.91 ab	-10.73	80.76 b-e	57.50 ab	-23.27
Ort.	79.14	61.11	-18.66	80.17	53.54	-26.65
LSD $_{(\%5)}$	10.75	15.79		7.77	21.34	

4.1.11. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Genel tarama çalışmasında yapılan tuz ve kuraklık çalışması sonucunda bitkilerin yeşil aksam Na konsantrasyonları belirlenerek, kontrol bitkilerine oranla meydana gelen artışlar Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

200 mM NaCl uygulanan kavun fidelerinin 21. gününde tuz uygulanan ve uygulanmayan kontrol bitkilerinden alınan yeşil aksam örneklerinde Na iyon miktarları belirlenmiştir. Yeşil aksam Na içerikleri bakımından incelenen bütün kavun genotiplerinde tuz uygulaması karşısında Na içeriğinin arttığı, bu artışın genotipler arasında farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Tuz uygulanan kavun genotipleri içerisinde 31 (% 6.87), 100 (% 6.85) ve 40 (% 6.82) no'lu genotiplerin bünyelerine en fazla Na alan genotipler olduğu saptanmıştır. Ancak kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında meydana gelen % artışları göz önüne alındığında sırasıyla 375 (% 407.84), 30 (% 455.42), 280 (% 509.09), 196 (% 560.42) ve 100 (% 591.92) no'lu genotiplerin bu iyon açısından daha seçici davrandıkları belirlenmiştir. Buna karşılık 252 (% 2290.48), 231 (% 2141.94), 179 (% 2022,22), 107 (% 1852.17) ve 40 (% 1848.57) no'lu genotiplerin Na iyonunu fazla miktarlarda bünyelerine aldıkları görülmektedir (Çizelge 4.15.).

Kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin yeşil aksam Na iyon içerikleri de incelenmiş ve Çizelge 4.15.'te verilmiştir. Genel olarak stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine yakın değerler gösterdikleri belirlenmiştir. Stres koşullarında 372 (% 62.00), 280 (% 60.00), 31 (% 49.46), 69 (% 47.14) ve 100 (% 34.25) no'lu genotiplerin bünyelerinde Na iyonunda kontrol bitkilerine oranla azalma meydana gelirken, 40 (% 153.13), 2 (% 65.00), Galia F_1 (% 60.71), 252 (% 45.00) ve 99 (% 38.46) no'lu genotiplerde stres koşularında Na iyonunda artış görülmüştür.

Çizelge 4.15. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.35 b-f	6.26 a-d	1688.57	0.44 e-j	0.66 a-d	65
3	0.26 d-f	4.84 c-i	1761.54	0.86 a-d	0.63 a-d	-26.74
16	0.48 a-f	4.88 c-i	916.67	0.54 a-j	0.65 a-d	20.37
23	0.39 b-f	4.88 b-h	1151.28	0.75 a-g	0.64 a-d	-14.67
25	0.73 a-e	5.23 a-g	616.44	0.72 a-h	0.62 a-d	-13.89
30	0.83 ab	4.61 d-i	455.42	0.66 a-j	0.65 a-d	-1.52
31	0.78 a-d	6.87 a	780.77	0.93 a	0.47 b-d	-49.46
40	0.35 a-f	6.82 a	1848.57	0.32 h-j	0.81 a-c	153.13
48	0.80 a-c	4.87 c-i	708.75	0.82 a-e	0.59 a-d	-28.05
52	0.64 a-f	6.54 a-c	921.88	0.54 a-j	0.61 a-d	12.96
69	0.44 b-f	3.38 h-l	668.18	0.70 a-h	0.37 d	-47.14
94	0.48 a-f	4.07 f-k	747.92	0.48 c-j	0.55 a-d	14.58
99	0.29 c-f	4.27 f-k	1372.41	0.26 j	0.36 d	38.46
100	0.99 a	6.85 a	591.92	0.81 a-f	0.64 a-d	-20.99
107	0.23 ef	4.49 e-i	1852.17	0.68 a-i	0.78 a-c	14.71
130	0.80 a-c	6.01 a-e	651.25	0.73 a-h	0.48 b-d	-34.25
133	0.34 b-f	5.52 a-g	1523.53	0.35 g-j	0.46 b-d	31.43
159	0.18 f	3.44 h-l	1811.11	0.46 d-j	0.31 d	-32.61
179	0.27 c-f	5.73 a-f	2022.22	0.33 h-j	0.44 cd	33.33
196	0.48 a-f	3.17 g-k	560.42	0.25 ij	0.31 d	24.00
208	0.40 b-f	5.29 a-g	1222.50	0.62 a-j	0.49 b-d	-20.97
231	0.31 b-f	6.64 ab	2041.94	0.71 a-h	0.84 ab	20.00
234	0.34 b-f	4.29 e-k	1161.76	0.89 a-c	0.67 a-d	-24.72
244	0.27 d-f	4.09 f-k	1414.81	0.87 a-c	0.95 a	9.20
252	0.21 b-f	5.02 b-h	2290.48	0.40 f-j	0.58 a-d	45.00
265	0.25 d-f	2.17 l	768.00	0.48 c-j	0.43 cd	-10.42
280	0.44 b-f	2.68 j-l	509.09	0.90 ab	0.36 d	-60.00
305	0.21 ef	3.16 i-l	1404.76	0.51 b-j	0.53 b-d	3.92
372	0.48 a-f	4.04 f-k	741.67	0.82 a-e	0.31 d	-62.20
375	0.51 a-f	2.59 kl	407.84	0.43 e-j	0.36 d	-16.28
Galia F_1	0.48 a-f	4.36 e-j	808.33	0.28 ij	0.45 cd	60.71
Ort.	0.45	5.19	1142.65	0.60	0.55	2.67
LSD $_{(\%5)}$	0.54	1.73		0.41	0.38	

Tuz ve kuraklık stresi yeşil aksam Na içerikleri açısından farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Tuz stresinde bütün genotiplerde Na iyonu bakımından artış meydana gelirken, kuraklık stresi koşullarında genotiplerin bazıları bünyelerine Na iyonunu alırken, bazı genotiplerin kontrol bitkilerine göre azalma kaydettikleri

belirlenmiştir. Genotiplerin kontrol bitkilerine göre % değişimleri göz önüne alındığında tuz stresinde % 1143 oranında artış meydana gelmiş, kuraklık stresinde ise bu artış % 2.67 olarak saptanmıştır.

Genel tarama çalışmasında yapılan tuz uygulaması karşısında kavun genotiplerinin tümünde Na artışı meydana gelmiştir. Kavun genotiplerinde büyümedeki azalmanın en önemli nedenlerinden biri de, bünyede fazla ve toksik düzeyde biriken Na iyon konsantrasyonudur. Genel olarak incelendiğinde skala değeri fazla olan genotiplerin bünyelerine de yüksek oranda Na iyonu aldıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte tolerant olabilecek genotipler Na iyonunu bünyelerinden uzak tutamayı başarabilmişlerdir. Ancak skala değeri 1-1.75 arasında değişen 159 (% 1811.11), 244 (% 1414.81) ve 99 (% 1372.41) no'lu genotiplerin görsel olarak tuzdan en az düzeyde etkilenmelerine rağmen bünyelerinde yüksek oranda Na iyonu biriktirdikleri belirlenmiştir. Bu genotiplerin Na iyonu karşısında savunma mekanizmalarını ortaya çıkararak Na iyonunu vakuollerde biriktirerek ya da kökten dışarı ihraç ederek Na toksisitesinden kendilerini korudukları düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Yang ve ark. (1990), Karanlık (2001), Aktaş (2002) tarafından da bildirilirken, Salim (1991), arpanın yeşil aksamında yüksek Na biriktirmesine rağmen, tuz toksisitesinden zarar görmemesinin, bitkinin iyonları vakuollerde biriktirme yeteneğine bağlı olabileceğini açıklamıştır. Munns (2002), tuza tolerant olan bitkilerin, hassas olanlara göre bünyelerine daha düşük oranlarda Na ve Cl iyonu aldıklarını, bu toksik iyonların vakuollerde biriktirilerek hücre duvarı ve sitoplazmada oluşabilecek yıkımların engellendiğini ifade etmiştir. Hussain ve ark. (2008), hint darısında yaptıkları bir çalışmada hassas çeşitlerin yeşil aksamda daha fazla Na ve Cl iyonları biriktirdiğini, ancak tolerant çeşitlerin, bu toksik iyonları bünyelerinden uzak tutarak bir savunma mekanizması oluşturduklarını belirtmiştir. Kuşvuran ve ark. (2007a), bamyada yaptıkları tuzluluk çalışmasında, bazı genotiplerin bünyelerine yüksek miktarda Na iyonu almasına rağmen düşük skala değeri aldıkları ve bu genotiplerin "Na-kabullenen" genotipler olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bazı genotiplerin bünyelerinden Na iyonunu uzak tutarak tuz stresinden korundukları, bu genotiplerin ise "Na-sakınan" olarak sınıflandırılabileceğini belirtmişlerdir. Genel tarama aşamasında yapılan çalışmada

kavun genotiplerinin yeşil aksam Na içerikleri bakımından değerlendirildiğinde, elde ettiğimiz sonuçlar sunulan bu araştırmalarla desteklenmektedir. İncelenen genotipler içerisinde 159, 99 ve 244 no'lu genotipler "Na-kabullenen" olarak sınıflandırılırken, 196 ve 280 gibi genotipler Na iyonlarını bünyelerinden uzak tutarak "Na-sakınan" grupu içerisinde değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

Kuraklık stresi karşısında incelenen 31 adet kavun genotipi içerisinde bazı genotiplerde stres karşısında Na iyonu bakımından artışlar meydana gelirken, bazı genotiplerde ise stres koşullarında azalma olduğu saptanmıştır. Genel olarak incelendiğinde ise Na iyonunun kuraklık şartlarında etkisinin yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Sivritepe ve ark. (2008) kiraz anaçlarında yaptıkları kuraklık çalışmasında, artan kuraklık stresi koşullarında dokulardaki Na etkisinin önemli olmadığı sonucuna varmışlardır. Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgular araştırıcıların bu sonuçları ile de desteklenmektedir.

4.1.12. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Köklerde Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen 31 farklı kavun genotiplerinin kökleri de Na iyonu bakımından incelenmiş ve genotipler arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). 200 mM NaCl uygulaması karşısında kavun genotiplerinin köklerinde değişen oranlarda Na iyonunun arttığı saptanmıştır. Ancak köklerde meydana gelen bu artış yeşil aksamda meydana gelen artıştan daha düşük oranda kendini göstermiştir. Toksik Na iyonuna karşı seçici davranarak, bünyelerinden uzak tutamayı başarabilen genotipler ise sırasıyla 196 (% 96.74), 375 (% 128.24), 69 (% 157.50), 208 (% 161.22) ve 130 (% 181.44) no'lu genotipler olmuştur. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, genotiplerin köklerinde meydana gelen Na artışının, 30 (% 696.88), 2 (% 684.44), 252 (% 513.79), 305 (488.68) ve 23 (% 456.86) no'lu genotiplerde en yüksek olduğu görülmüştür.

14 gün süresince kuraklık stresine maruz bırakılan kavun genotiplerinde köklerde meydana gelen Na değişimi Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Köklerde kuraklık karşısında genelde Na iyonunun konsantrasyonunda bir artış oluşmuş ancak 30 (%-

1.30) ve 372 (% -12.63) no'lu genotiplerde kontrole göre Na iyonun azaldığı saptanmıştır. Kök dokularında en az Na biriktiren genotiplerin 208 (% 3.37), 2 (% 10.14), 375 (% 14.77), 133 (% 31.25) ve 69 (% 38.71) olduğu anlaşılmıştır. Bünyelerine Na iyonunu en fazla alan genotiplerin ise 3 (% 560.00), 16 (% 493.33), 244 (% 230.30), 23 (% 288.24) ve 52 (% 267.74) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin kök Na iyonu içerikleri karşılaştırıldığında tuz stresi altında % 324 düzeyinde bir artış görülürken, kuraklık stresi altında bu artış sadece % 95 düzeyinde meydana gelmiştir.

Yaptığımız genel tarama aşamasında, tuz stresi karşısında kavun bitkilerinin yeşil aksamlarında köklerine oranla daha fazla Na iyonu biriktirdikleri görülmüştür. Genel olarak genotiplerin Na iyonunu köklerde vakuollerde biriktirme ya da Na iyonunu kökten dışa ihraç etme gibi özellikleri kullanmadıkları, böylece toksik Na iyonunu yeşil aksama göndererek, bitkinin iyon toksisitesi göstermesi ve buna bağlı olarak büyümede yavaşlama gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kaldığı saptanmıştır. Termaat ve Munns (1986), tuzlu ortamda yeşil aksam gelişiminin kök gelişiminden daha fazla etkilendiğini vurgularken, Carjaval ve ark. (1998), Dionisio-Sese ve Tobita (1998) Na iyonunun genelde yapraklarda biriktiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırıcıların bulguları ile de desteklenmektedir. Bununla birlikte Chartzoulakis ve Klapaki (2000) biberde, Yakıt ve Tuna (2006) mısırda yaptıkları çalışmalarda Na iyonunun genelde köklerde artış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Perez-Perez ve ark. (2007), kök bölgesinde Na artışının yapraklardan daha fazla olduğunu, kuraklık stresi karşısında bitkilerde Na artışının görülebileceğini ancak bu artışın oldukça düşük oranlarda gerçekleştiğini ve dokularda Na iyonun kuraklık karşısında etkili olmadığını ifade etmişlerdir. Sadeghian ve ark. (2004) ise kuraklık karşısında dokularda Na iyonunda artış meydana geldiğini ancak bu artışın hassas genotiplerde daha fazla olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada ise kuraklık stresinde Na iyonundaki artışın köklerde daha fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.16. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde köklerde Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.45 a-c	3.53 ab	684.44	0.69 a-d	0.76 gh	10.14
3	0.33 c	1.75 ij	430.30	0.15 e	0.99 a-h	560.00
16	0.72 a-c	2.44 d-j	238.89	0.15 e	0.89 e-h	493.33
23	0.51 a-c	2.84 a-g	456.86	0.19 de	0.66 h	288.24
25	0.74 a-c	2.21 f-j	198.65	0.39 b-d	0.85 f-h	117.95
30	0.32 c	2.55 d-i	696.88	0.77 a-c	0.76 gh	-1.30
31	0.72 a-c	2.56 c-i	255.56	0.72 a-c	1.04 a-g	44.44
40	0.37 a-c	1.99 g-j	437.84	0.67 a-d	0.96 c-h	43.29
48	0.70 a-c	2.14 g-j	205.71	0.57 a-e	0.81 f-h	42.11
52	0.60 a-c	1.77 h-j	195.00	0.37 c-e	1.14 a-f	267.74
69	0.80 a-c	2.06 g-j	157.50	0.62 a-e	0.86 e-h	38.71
94	0.56 a-c	2.47 d-j	341.07	0.60 a-e	1.02 a-g	70.00
99	0.38 a-c	1.79 h-j	371.05	0.44 b-e	0.94 d-h	113.64
100	0.56 a-c	2.84 a-g	407.14	0.41 b-d	1.09 a-g	165.85
107	0.44 a-c	2.29 e-j	420.45	0.56 a-e	1.22 a-d	117.86
130	0.97 a	2.73 a-h	181.44	0.56 a-e	1.07 a-g	91.07
133	0.71 a-c	3.17 a-f	346.48	0.80 a-c	1.05 a-g	31.25
159	0.86 a-c	3.22 a-e	274.42	0.56 a-e	0.92 d-h	64.29
179	0.83 a-c	3.28 a-d	295.18	0.70 a-d	0.97 b-h	38.57
196	0.92 ab	1.81 h-j	96.74	0.48 a-e	1.29 a-c	168.75
208	0.98 a	2.56 c-i	161.22	0.89 ab	0.92 d-h	3.37
231	0.77 a-c	2.55 d-i	231.17	0.80 a-c	1.32 a	65.00
234	0.82 a-c	3.56 a	334.15	0.41 b-d	0.91 d-h	121.95
244	0.88 a-c	2.59 b-i	194.32	0.33 c-e	1.09 a-g	230.30
252	0.58 a-c	3.56 a-c	513.79	0.52 a-e	1.31 ab	151.92
265	0.61 a-c	2.47 d-j	304.92	0.53 a-e	1.19 a-e	124.53
280	0.58 a-c	2.79 a-g	381.03	0.53 a-e	0.89 d-h	41.83
305	0.53 a-c	3.12 a-f	488.68	0.67 a-d	0.95 d-h	44.77
372	0.53 a-c	2.55 d-i	381.13	0.95 a	0.83 f-h	-12.63
375	0.85 a-c	1.94 g-j	128.24	0.88 ab	1.01 a-g	14.77
Galia F_1	0.49 a-c	1.57 j	220.41	0.83 a-c	1.05 a-g	26.50
Ort.	0.65	2.54	323.57	0.57	0.99	94.88
LSD $_{(\%5)}$	0.57	0.96		0.52	0.34	

4.1.13. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam K Konsantrasyonu ve K/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

200mM tuz stresine maruz bırakılan kavun genotiplerinin yeşil aksam K iyon miktarları ve bunların % değişimleri de incelenerek Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Tuz stresi altında tüm genotiplerde K iyon içeriği bakımından değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir. Tuz stresi koşullarında bünyelerinde K iyonunu en fazla koruyabilen genotipler sırasıyla Galia F_1 (% 11.32), 99 (% 15.97), 196 (% 18.15), 69 (% 19.05) ve 179 (% 21.35) no'lu genotipler olmuştur. Yapılan genel tarama çalışmasında tuz stresinin bazı genotiplerde K içeriğinde daha büyük ölçüde azalmalara neden olduğu saptanmıştır. Özellikle 40 no'lu genetopin stres karşısında bünyesinde bulunan K içeriğinde % 71.15 oranında bir kaybın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu genotipi % 57.09 ile 31; % 56.77 ile 25; % 53.89 ile 30 ve % 51.77 ile 130 no'lu genotipler izlemiştir.

Kuraklık stres koşullarında yeşil aksam K konsantrasyonunun stres uygulamasına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Genotiplerde K konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Özellikle 159 (% 12.88), 69 (% 13.09), 99 (%13.13), 196 (% 15.67) ve 130 (% 18.02) no'lu genotipler stres koşullarında bünyelerinde bulun K konsantrasyonunu koruyarak en düşük % değişimi vermişlerdir. Kuraklık stresi karşısında K konsantrasyonu bakımından en fazla % değişimin oluştuğu genotipler ise sırasıyla 107 (% 54.48), 2 (% 51.93), 16 (% 50.74), 40 (% 48.80) ve 231 (% 48.03) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresleri nedeniyle yeşil aksam K konsantrasyonlarında azalma meydana gelmiştir. Ancak genel olarak tuz stresinde oluşan bu kayıplar kuraklık stresine oranla daha yüksek bulunmuştur. Genotiplerin % değişim ortalamaları incelendiğinde tuz stresinde oluşan % kayıp % 37.95 olurken, kuraklık stresinde bu kaybın % 32.58 oranında meydana geldiği saptanmıştır.

Tuza toleransta önemli bir parametre olan K/Na oranı genotiplerin toleranslık düzeyinin belirlenmesinde oldukça etkilidir. Tuz stresi karşısında K/Na oranları bakımından değerlendirilen 31 farklı kavun genotipine ait sayısal ve istatistiksel

sonuçlar Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Genel tarama çalışmasında kullanılan genotiplerin K/Na oranları 200 mM NaCl konsantrasyona bağlı olarak azalmıştır. Tuzluluk karşısında yeşil aksamda Na iyonu yerine K iyonunu tercih eden ve K/Na oranları bakımından en yüksek değerlere sahip olan genotipler 196 (0.84), 265 (0.81), 69 (0.80), 280 (0.80), 305 (0.75), 159 (0.75) ve 99 (0.75) olmuştur. Buna karşılık tuz ortamında tercihini Na iyonu yönünde kullanarak yeşil aksam K/Na oranı açısından en düşük sayısal değeleri veren genotipler ise, 40 (0.24), 100 (0.24), 2 (0.27), 231 (0.28) ve 130 (0.29) şeklinde sıralanmıştır

Genel tarama çalışmasında 31 adet kavun genotipi ile yapılan kuraklık çalışmasında, genotiplerin yeşil aksam K/Na oranları da hesaplanarak Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Yeşil aksam K/Na oranları bakımından genotipler arasında farklılıkların olduğu belirlenirken, bazı genotiplerde K alımının daha yüksek gerçekleştiği tespit edilmiştir. İyon seçimini K iyonu yönünde kullanarak daha yüksek bir K/Na oranı ortaya koyan genotipler sırasıyla 196 (10.42), 372 (9.13), 99 (7.72), 280 (7.69) ve 375 (7.59) no'lu genotipler olmuştur.

Genotipler içerisinde K alımının dolayısıyla K/Na oranının daha az olduğu genotipler ise 2 (2.45), 40 (2.11), 231 (2.51), 244 (2.59) ve 107 (2.60) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresinde genotiplerin K-Na seçiciliğinin belirlenmesi amacı ile yapılan K/Na oranlarında tuz stresinde bu oranın genel olarak Na iyonu yönünde değiştiği görülmüştür.

Tuz stresi koşullarında genotiplerin genel ortalaması 0.51 ve kontrollerine göre oluşan % değişim % 93.84 olarak belirlenirken, kuraklık stresinde genotipler ortalaması 4.99 ve % değişim % 19.66 düzeyinde geçekleşmiştir.

Çizelge 4.17. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	3.18 f-i	1.71 f	-46.23	3.37 c-g	1.62 l	-51.93
3	3.36 e-i	1.85 f	-44.94	3.28 d-g	1.89 h-l	-42.38
16	2.56 i	1.97 ef	-23.05	4.08 a-e	2.01 f-l	-50.74
23	3.91 c-f	2.67 a-e	-31.71	3.69 a-g	1.95 g-l	-47.15
25	4.65 a-d	2.01 c-f	-56.77	3.17 d-g	2.06 e-l	-35.02
30	4.88 a-c	2.25 b-f	-53.89	2.56 g	1.86 i-l	-27.34
31	5.08 ab	2.18 b-f	-57.09	4.52 ab	3.44 a	-23.89
40	5.72 a	1.65 f	-71.15	3.34 c-g	1.71 kl	-48.80
48	3.08 f-i	2.25 b-f	-26.95	3.72 b-g	2.89 a-c	-22.31
52	4.74 a-d	2.58 a-e	-45.57	4.76 a	2.62 b-i	-44.96
69	3.36 e-i	2.72 a-c	-19.05	2.98 e-g	2.59 b-j	-13.09
94	3.62 d-i	2.21 b-f	-38.95	3.38 b-g	2.61 b-i	-22.78
99	3.82 c-g	3.21 a	-15.97	3.20 d-g	2.78 a-f	-13.13
100	3.42 e-i	1.67 f	-51.17	3.75 a-f	2.28 c-l	-39.20
107	4.40 b-e	2.62 a-e	-40.45	4.46 a-c	2.03 f-l	-54.48
130	3.67d-i	1.77 f	-51.77	3.33 c-g	2.73 a-f	-18.02
133	3.38 e-i	2.27 b-f	-32.84	4.13 a-d	2.80 a-e	-32.20
159	3.48 e-i	2.59 a-e	-25.57	2.64 fg	2.30 c-l	-12.88
179	3.42 e-i	2.69 a-d	-21.35	3.81 a-e	2.66 b-f	-30.18
196	3.25 e-i	2.66 a-e	-18.15	3.83 a-e	3.23 ab	-15.67
208	3.40 e-i	1.76 f	-48.24	3.98 a-e	2.66 b-h	-33.17
231	3.13 f-i	1.85 f	-40.89	4.06 a-e	2.11 d-l	-48.03
234	3.44 e-i	1.98 d-f	-42.44	3.82 a-e	2.44 c-k	-36.13
244	2.75 g-i	1.83 f	-33.45	3.64 a-g	2.46 c-k	-32.42
252	4.05 b-f	2.00 d-f	-50.62	3.22 d-g	1.92 g-l	-40.37
265	2.94 f-i	1.75 f	-40.48	3.83 a-e	2.48 c-j	-35.25
280	3.24 f-i	2.14 b-f	-33.95	3.91 a-e	2.77 a-f	-29.16
305	3.19 f-i	2.38 b-f	-25.39	2.56 g	1.83 j-l	-28.52
372	3.78 c-h	2.07 c-f	-45.24	4.06 a-e	2.83 a-d	-30.30
375	2.67 hi	1.82 f	-31.84	3.70 a-g	2.72 a-f	-26.49
Galia F_1	3.18 f-i	2.82 ab	-11.32	3.48 b-g	2.64 b-h	-24.14
Ort.	3.64	2.19	-37.95	3.62	2.42	-32.58
LSD $_{(\%5)}$	1.15	0.72		1.15	0.77	

Çizelge 4.18. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	9.09 c-g	0.27 kj	-96.99	7.66 c-f	2.45 l	-67.95
3	12.92 bc	0.38 h-k	-97.04	3.81 h	3.00 j-l	-21.34
16	5.33 e-i	0.40 g-k	-92.43	7.56 c-g	3.09 j-l	-59.07
23	10.03 c-f	0.55 c-i	-94.54	4.92 e-h	3.05 j-l	-38.07
25	6.37 e-i	0.38 h-k	-93.97	4.40 f-h	3.32 h-l	-24.53
30	5.88 e-i	0.49 e-k	-91.70	3.88 h	2.86 j-l	-26.23
31	6.51 e-i	0.32 i-k	-95.13	4.86 e-h	7.32 bc	50.59
40	16.34 ab	0.24 k	-98.52	10.44 a-c	2.11 l	-79.77
48	3.85 hi	0.46 f-k	-88.00	4.54 f-h	4.90 d-j	7.97
52	7.41 d-i	0.39 h-k	-94.67	8.81 b-d	4.30 e-l	-51.27
69	7.64 d-i	0.80 ab	-89.46	4.26 gh	7.00 b-d	64.43
94	7.54 d-i	0.54 c-i	-92.80	7.04 d-h	4.75 d-k	-32.61
99	13.17 bc	0.75 a-d	-94.29	12.31 a	7.72 bc	-37.26
100	3.45 i	0.24 k	-92.94	4.63 f-h	3.56 g-l	-23.05
107	19.13 a	0.58 b-h	-96.95	6.56 d-h	2.60 kl	-60.32
130	4.59 g-i	0.29 kj	-93.58	4.56 f-h	5.69 c-h	24.68
133	9.94 c-f	0.41 g-k	-95.86	11.80 ab	6.09 c-e	-48.42
159	19.33 a	0.75 a-d	-96.11	5.74 d-h	7.42 bc	29.28
179	12.67 bc	0.47 f-k	-96.29	11.55 ab	6.05 c-e	-47.64
196	6.77 e-i	0.84 a	-87.61	13.52 a	10.42 a	-22.93
208	8.50c-h	0.33 i-k	-96.09	6.42 d-h	5.43 c-i	-15.43
231	10.10 c-e	0.28 kj	-97.24	5.72 d-h	2.51 kl	-56.07
234	10.12 c-f	0.46 f-k	-95.44	4.29 gh	3.64 f-l	-15.15
244	10.19 c-e	0.45 g-k	-95.61	4.18 h	2.59 kl	-38.11
252	19.29 a	0.40 g-k	-97.93	8.05 c-e	3.31 j-l	-58.88
265	11.76b-d	0.81 ab	-93.14	7.98 c-e	5.77 c-g	-27.72
280	7.36 d-i	0.79 a-c	-89.16	4.34 f-h	7.69 bc	77.11
305	15.19 ab	0.73 a-e	-95.19	5.02e-h	3.45 g-l	-31.21
372	7.88 d-i	0.51 d-j	-93.49	4.95 e-h	9.13ab	84.38
375	5.24 f-i	0.70 a-f	-86.58	8.60 b-d	7.56 bc	-12.19
Galia F_1	6.63 e-i	0.65 a-g	-90.24	12.43 a	5.87 c-f	-52.80
Ort.	9.68	0.51	-93.84	6.93	4.99	-19.66
LSD $_{(\%5)}$	4.88	0.25		3.33	2.28	

4.1.14. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Kök K Konsantrasyonu ve K/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Köklerde yapılan K iyon analizleri sonucunda tuz stresi koşullarında K konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla azalma belirlenmiştir. Tüm genotipler kontrol bitkileri ile karşılaştırılmış ve meydana gelen % değişimler Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Buna göre; % değişimin en az olduğu genotipler 280 (% 9.35), 196 (% 10.10), 159 (% 11.98), 179 (% 12.37) ve 130 (% 13.82) şeklinde sıralanmıştır. Buna karşılık K konsantrasyonu bakımından tuz stresinden etkilenerek kontrol bitkilerine oranla en çok % değişimin meydana geldiği genotip % 72.25 ile 252 no'lu genotip olmuştur. Bu genotipi 30 (% 48.46), 40 (% 47.22) ve 133 (% 46.18) no'lu genotipler izlemiştir.

Kuraklık koşullarında köklerde K konsantrasyonu genotiplere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.19.). Stres koşullarında 69 no'lu genotipin kök bünyesinde % 3.13 oranında bir artış ortaya çıkarken, diğer genotiplerde kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında K konsantrasyonu açısından değişen oranlarda bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bünyelerinde K iyonunu koruyabilen genotiplerde % değişim en az düzeyde gerçekleşmiştir. Bu genotipler 179 (% 4.26), 196 (% 11.07), 100 (% 16.67) ve 231 (% 17.99) olarak sıralanmışlardır. K konsantrasyonunu koruyamayarak, kontrol bitkilerine göre % değişimin en yüksek olduğu genotipler ise 23 (% 64.38), 234 (% 63.35), 133 (% 62.37), 130 (% 53.80) ve 208 (% 47.74) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresi sonucu köklerdeki K iyonu kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Yeşil aksam K konsantrasyonu değerlerinden farklı olarak kök bölgesinde kuraklık stresi sonu K iyonundaki azalmanın tuz stresine oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Tuz stresinde genotiplerin kontrol bitkilerine göre değişimleri dikkate alındığında K iyonu % değişimi % 26.87 olmasına karşılık kuraklık stresinde bu oran % 32.38 düzeyine çıkmıştır.

Çizelge 4.19. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	2.32 a-e	1.38 c-i	-40.52	1.37 a-e	0.83 bc	-39.42
3	1.59 c-f	1.07 g-j	-32.70	1.41 a-e	1.04 bc	-26.24
16	1.51 c-f	1.14 e-i	-24.50	1.32 b-e	0.85 bc	-35.61
23	1.36 ef	1.11 f-i	-18.38	2.33 ab	0.83 bc	-64.38
25	1.53 c-f	1.28 d-i	-16.34	1.21 c-e	0.96 bc	-20.66
30	2.27 a-f	1.17 d-i	-48.46	1.44 a-e	0.80 bc	-44.44
31	2.47 a-d	1.57 d-h	-36.44	1.15 de	0.78 bc	-32.17
40	1.80 a-f	0.95 ij	-47.22	1.41 a-e	0.76 bc	-46.10
48	1.37 ef	1.16 d-i	-15.33	2.27 a-c	1.63 ab	-28.19
52	1.46 c-f	1.10 f-i	-24.66	1.64 a-e	1.02 bc	-37.80
69	1.71 b-f	1.46 c-i	-14.62	1.28 b-e	1.32 a-c	3.13
94	2.77 ab	1.65 c-f	-40.43	1.88 a-e	1.25 bc	-33.51
99	2.00 a-f	1.71 cd	-14.50	2.08 a-d	1.13 bc	-45.67
100	1.66 c-f	1.20 d-i	-27.71	1.38 a-e	1.15 bc	-16.67
107	1.85 a-f	1.53 c-h	-17.30	1.82 a-e	1.44 a-c	-20.88
130	1.23 f	1.06 g-j	-13.82	1.84 a-e	0.85 bc	-53.80
133	2.49 a-c	1.34 c-i	-46.18	1.94 a-e	0.73 bc	-62.37
159	1.92 a-f	1.69 c-e	-11.98	1.81 a-e	1.20 bc	-33.70
179	2.83 a	2.48 a	-12.37	0.94 e	0.90 bc	- 4.26
196	2.87 a	2.58 a	-10.10	2.44 a	2.17 a	-11.07
208	2.02 a-f	1.60 c-g	-20.79	2.43 a	1.27 bc	-47.74
231	2.10 a-f	1.58 c-h	-24.76	1.39 a-e	1.14 bc	-17.99
234	2.86 a	2.31 ab	-19.23	2.21 a-d	0.81 bc	-63.35
244	2.25 a-f	1.84 bc	-18.22	1.51 a-e	1.23 bc	-18.54
252	1.91 a-f	0.53 j	-72.25	1.25 b-e	0.72 bc	-42.40
265	1.91 a-f	1.03 h-j	-46.07	1.28 b-e	1.03 bc	-19.53
280	1.39 d-f	1.26 d-i	-9.35	1.55 a-e	1.16 bc	-25.16
305	2.01 a-f	1.38 c-i	-31.34	2.10 a-d	1.53 a-c	-27.14
372	2.02 a-f	1.39 c-h	-31.19	1.32 b-e	0.79 bc	-40.15
375	1.45 c-f	1.11 f-i	-23.45	1.52 a-e	1.12 bc	-26.32
Galia F_1	1.71 b-f	1.32 c-i	-22.81	1.56 a-e	1.22 bc	-21.79
Ort.	1.96	1.42	-26.87	1.65	1.09	-32.38
$LSD_{(\%5)}$	1.09	0.56		1.11		

Tuzluluk köklerde K/Na oranının azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.20.). Genotipler tuz stresi karşısında bünyelerinde artan Na iyonuna karşılık K iyonunda azalma meydana gelmiş, bu da K/Na oranlarının azalmasına neden olmuştur. Ancak Na iyonu yerine K iyonunu alma eğilimi gösteren 196 (1.43), 99 (0.96), Galia F_1

(0.84), 179 (0.76) ve 244 (0.71) no'lu genotipler en yüksek K/Na oranı sağlamıştır. Kök kısımlarında Na iyonunu biriktirerek daha az oranda K iyonu alan ve K/Na oranları bakımından en düşük değerlere sahip olan genotipler ise, 252 (0.15), 130, 23, 2 (0.39), 265, 100 (0.42) ve 280 (0.45) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresi karşısında köklerde meydana gelen K/Na oranları ise yeşil aksama göre daha düşük değerlerde seyretmiştir (Çizelge 4.20.). Bunun en önemli nedeni köklerde K birikiminin yeşil aksama göre daha düşük oranlarda birikmiş olmasıdır. Köklerde en yüksek K/Na oranı 196 (2.36), 305 (1.84), 48 (1.43), 107 (1.35) ve 94 (1.33) no'lu genotiplerde belirlenmiştir. K iyonun daha az alınması nedeniyle K/Na oranı en küşük olan genotipler ise, 252 (0.61), 234 (0.74), 30 (0.77), 372 (0.78) ve 133 (0.79) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır.

Kök K/Na oranı tuz ve kuraklık streinde farklı değişimlerin meydana gelmesine neden olmuştur. Tuz stresinde genel olarak % 79.69 oranında bir değişim sözkonusu olmasına karşılık kuraklık stresinde K bünyeye daha fazla alındığı için % değişimin % 42.32 düzeyinde kaldığı görülmüştür.

Tuz stresi karşında bitkiler ozmotik dengeyi inorganik iyonların yardımı ile sağlamaktadırlar. Bitkiler, K'un aktif absorbsiyon ile alınması ve birikimi ile hücre içerisindeki ozmotik potansiyelin artmasını ve hücreye daha fazla su girişini sağlamaktadırlar (Koç, 2005). Bu nedenle hücre içerisinde ozmotik dengenin korunmasında K konsantrasyonunun önemi büyüktür.

Tuz ve kuraklık stresinin en önemli olumsuz etkilerinden biri de bitki bünyesinde meydana gelen, büyüme ve gelişmeyi de olumsuz etkileyen iyon dengesinde oluşan aksaklıklardır. Na miktarında meydana gelen artış, genellikle ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak spesifik iyon toksisitesine girmekte, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle K iyonu ile rekabete girerek bu iyonun alımını da engellemektedir (Levitt, 1980). Romerao ve ark. (1997) ise yapraklarda artan Na konsantrasyonunun Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksikiklerine neden olabileceğini ifade etmiştir.

Çizelge 4.20. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	5.16 a-c	0.39 gh	-92.42	1.20 h-m	0.84 cd	-30.30
3	4.82 b-e	0.61 c-g	-87.31	6.93 a	1.17 b-d	-83.15
16	2.10 g-i	0.47 e-g	-77.72	5.67 b	1.29 b-d	-77.27
23	2.67 f-i	0.39 gh	-85.34	4.37 c	0.98	-77.65
25	2.07 g-i	0.58 c-g	-71.99	2.46 ef	1.26 b-d	-48.68
30	7.09 a	0.46 e-g	-93.53	1.04 j-m	0.77 cd	-25.96
31	3.43 b-h	0.61 c-g	-82.12	1.08 k-m	0.81 cd	-25.00
40	4.86 b-d	0.48 d-g	-90.19	1.13 i-m	0.94 cd	-17.28
48	1.96 g-i	0.54d-g	-72.30	2.86 de	1.43 bc	-50.00
52	2.43 f-i	0.62 c-g	-74.46	2.76 de	1.19 b-d	-56.98
69	2.14 f-i	0.71 b-e	-66.84	2.13 e-j	1.29 b-d	-39.22
94	4.95 b-d	0.66 c-g	-86.49	2.08 e-k	1.33 bc	-36.17
99	5.26 ab	0.96 b	-81.85	2.57 e	1.04 cd	-59.63
100	2.96 d-i	0.42 e-h	-85.75	2.80 de	0.94 cd	-66.39
107	4.20 b-f	0.67 b-g	-84.11	2.57 e	1.35 bc	-47.66
130	1.27 i	0.39 gh	-69.38	1.52 f-m	0.81 cd	-46.67
133	3.51 b-h	0.42 f-h	-87.95	0.91 lm	0.79 cd	-13.04
159	2.23 f-i	0.52 d-g	-76.49	2.14 e-i	0.93 cd	-56.59
179	3.41 b-h	0.76 b-d	-77.82	1.29 g-m	0.93 cd	-27.84
196	3.12 c-i	1.43 a	-54.31	4.52 c	2.36 a	-47.83
208	2.06 g-i	0.63 c-g	-69.68	1.43 g-m	0.96 cde	-32.58
231	2.73 e-i	0.62 c-g	-77.28	1.43 g-m	1.25 b-d	-12.09
234	3.49 b-h	0.65 c-g	-81.40	1.98 e-k	0.74 cd	-62.39
244	2.56 f-i	0.70 b-f	-72.21	3.73 cd	0.94 cd	-74.81
252	3.29 b-i	0.15 h	-95.48	1.38 g-m	0.61 d	-56.30
265	3.13 b-i	0.42 f-h	-86.68	1.94 e-l	1.16 b-d	-40.45
280	2.40 f-i	0.45 e-g	-81.16	2.19 e-h	1.22 b-d	-44.21
305	3.79 b-h	0.44 e-h	-88.34	2.28 e-g	1.84 ab	-19.28
372	3.81 b-g	0.55 c-g	-85.70	0.83 m	0.78 cd	-5.94
375	1.71 hi	0.57 c-g	-66.46	1.27 g-m	1.07 cd	-16.19
Galia F_1	3.49 b-h	0.84 bc	-75.91	1.47 f-m	1.26 b-d	-14.43
Ort.	3.29	0.58	-79.96	2.32	1.11	-42.32
LSD $_{(\%5)}$	2.10	0.29		1.03	0.71	

Yaptığımız çalışmada bünyelerinde en fazla K alan genotiplerin, yüksek Na alımına engel oldukları, buna karşılık K-Na seçicilik mekanizmasını çalıştıramayan genotiplerde Na alımının da fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu nedenle genotiplerin tuzluluğa toleransın belirlenmesinde önemli bir parametre olduğu kabul edilen K-Na ayırımı birçok araştırıcı tarafında da desteklenmektedir (Yu ve ark.,

1998; Karanlık, 2001; Aktaş, 2002; Daşgan ve ark., 2002). Franco ve ark. (1993) kavunda yaptıkları tuzluluk çalışmasında yapraklarda biriken toksik Na ve Cl iyonlarına bağlı olarak K miktarında kayıplar meydana geldiğini; Asraf ve ark. (2003), bamyada yaptıkları çalışmada yüksek NaCl dozunun bitkilerin gövde ve kök kısımlarında Na ve Cl iyonlarında artışa neden olurken, K konsantrasyonunda azalmalar meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Tuz stresi karşında tüm kavun genotiplerinin yeşil aksam ve kök bölgesinde K konsantrasyonu azalma eğilimi göstermiş, ancak meydana gelen bu etki yeşil aksamda daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. 200 mM NaCl uygulaması karşısında yeşil aksamda meydana gelen ortalama % değişim % 37.95 iken kök bölgesinde meydana gelen değişim ortalaması ise % 26.87 olarak belirlenmiştir. Genel olarak tuz stresi karşısında bitkilerin K iyonunu köklerde tutmayarak yeşil aksama gönderdikleri ve yeşil aksamda ozmotik dengeyi sağlamaya çalıştıkları düşünülmektedir. Debouba ve ark. (2006), ise domateste artan NaCl dozuna bağlı olarak yaprak ve kökte K iyon konsantrasyonlarında azalmalar gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Tuza toleransın belirlenmesinde kullanılan diğer önemli bir parametre ise K/Na oranlarıdır. Tuz toleransı Na ve Cl'un yeşil aksama birikimini sınırlama, K alımını artırarak yüksek K/Na oranı sağlama kabiliyeti ile ilişkilidir (Greenway ve Munns, 1980; Gorham ve ark., 1985). Yapılan genel tarama çalışmasında tuz stresi karşında bitkilerin Na alımına bağlı olarak K alımının azaldığı buna bağlı olarak K/Na oranlarının da kontrol bitkilerine oranla azaldığı belirlenmiştir. Ancak bünyelerine Na iyonu yerine K iyonunu tercih eden genotiplerin K/Na oranlarının, Na iyonunu tercih eden genotiplere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu ilişki çerçevesinde genelde tolerant olduğu düşünülen genotiplerin daha yüksek K/Na oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yoshida ve ark. (2002) ve Rubai ve ark. (2003) bitkilerde Na ve K rekabetinin K lehine olması durumunda K/Na oranlarının yükselmesi ile sonuçlanacağını, bu durumun bitkilerde toleranslığın sağlanması açısından önemli bir savunma mekanizması olabileceğini bildirmişlerdir. Ahmadi ve ark. (2009), mısırda ve buğdayda yaptıkları çalışmada dayanıklı olan çeşitlerin K iyon alımını tercih ederek K/Na oranlarının arttığını, Na ve K içeriği ile K/Na

oranlarının tolerant çeşitlerin belirlenmesinde etkili olabileceğini saptamışlardır. Çalışmamızda sunulan sonuçlar bu araştırıcıların bulguları ile de desteklenmektedir.

Kuraklık stresi sonucu kök ve yeşil aksam kısımlarında K iyonunda genotiplere göre değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir. Yeşil aksam K konsantrasyonunun bütün genotiplerde kök kısmına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum karşısında genel olarak genotiplerin köklerde bulunan K iyonunu, yeşil aksama gönderdiği, böylece bitkinin yeşil aksamda ozmotik dengeyi sağlamaya çalıştığı düşünülmektedir.

Hu ve Schimidhalter (2005), tuz ve kuraklık stresinde su eksikliği nedeniyle turgor basıncında azalmanın meydana geldiğini bu nedenle K alımının her iki streste de eşit derecede önemli olduğunu ifade etmiştir.

Artan kuraklık K hareketliliğini azaltarak, K alımını da sınırlandırmaktadır. Kuchenbuch ve ark. (1986), kuraklık sonucu kök uzunluğu ve gelişiminde azalma meydana geldiğini, bunun sonucu olarak K bakımından eksikliklerin de ortaya çıktığını ifade etmiştir. Nasri ve ark. (2008), kolzada yaptıkları araştırmada artan kuraklık stresi sonucu yapraklarda K konsantrasyonun azaldığını bildirmişlerdir. Sivritepe ve ark. (2008), ise kirazda yaptıkları çalışmada PEG dozunda artışa bağlı olarak dokularda K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Güneş ve ark. (2008), ayçiçeğinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi sonucu bitkilerde K konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir. K alımında meydana gelen artış, bitkilerin kuraklık stresine dayanımı da artırmaktadır. Stres karşısında bünyesine fazla miktarda K alan bitkiler; stomal düzenleme, ozmotik regülasyonun sağlanması ve protein sentezi gibi mekanizmaların çalışmasını sağlayarak kuraklık karşısında dayanımını artırabilmektedir.

Yaptığımız çalışmada özellikle tolerant olduğu düşünülen genotiplerin bünyelerinde hassas genotiplere göre daha fazla K konsantrasyonu içerdiği saptanmıştır. Genel tarama çalışmasında yapılan kuraklık çalışması sonucunda elde edilen bulgular araştırmacıların sonuçları ile de paralelik göstermiştir.

4.1.15. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Bitkilerde Ca, membran bütünlüğünün sağlanması, iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin sağlanması açısından oldukça önemli bir elementtir. Bu nedenle tuz ve kuraklık stresleri altında kavun genotiplerinde Ca konsantrasyonları ve Ca/Na oranları belirlenmiştir.

200 mM NaCl içeren ortamda yetiştirilen kavun genotiplerinin yeşil aksam Ca iyon miktarları incelenmiş ve kontrollere göre Ca iyonu bakımından kayıpların meydana geldiği görülmüştür (Çizelge 4.21.). Özellikle aşırı Na'un oluşturduğu toksisite, Ca alımını da büyük oranda engellemiştir. Stres koşullarında Ca iyonunu tercih ederek kontrol bitkilerine oranla en düşük kayıpların yaşandığı genotipler 99 (% 9.41), 231 (% 11.99), 196 (% 13.39), 208 (13.48) ve 280 (% 14.56) şeklinde sıralanmıştır. Yeşil aksam Ca konsantrasyonları bakımından kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında bünyelerinde en fazla Ca kaybının ortaya çıktığı genotipler 52 (% 49.55), 265 (% 42.61), 16 (% 38.59), Galia F_1 (% 38.18) ve 23 (% 37.80) no'lu genotipler olmuştur.

Kurak koşullarda yetiştirilen kavun genotiplerinin yeşil aksam Ca iyon miktarları genel olarak azalmıştır. Kalsiyum konsantrasyonunda meydana gelen bu değişim genotipler arasında farklılıklar oluşturmakla birlikte % 19-62 oranında bir azalma görülmüştür. Kontrol bitkilerine göre % değişimler bakımından incelen genotipler arasında 196 (% 19.27), Galia F_1 (% 21.09), 280 (% 21.82), 305 (% 23.17) ve 159 (% 25.72) no'lu genotipler stres koşullarında kontrol bitkilerine göre daha az oranda kayıp göstermişlerdir. Kuraklık stresi altında bünyelerinde Ca iyonunu koruyamayarak, stresten zarar gören ve yeterli ozmotik dengeyi sağlayamayan genotipler ise 30 (% 62.28), 31 (% 54.18), 244 (% 53.63), 252 (% 53.55) ve 100 (% 52.48) olmuştur. Kuraklık stresinde meydana gelen değişimler, tuz stresi ile karşılaştırıldığında Ca konsantrasyonlarının kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği düşünülmüştür. Tuz stresinde ortalama % değişim % 26.13 iken, kuraklık stresinde bu oran % 39.78 olmuştur.

Çizelge 4.21. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	3.84 k	2.70 h-j	-29.69	3.27 a-c	1.81 f-h	-44.65
3	5.49 a-d	3.56 c-h	-35.15	2.95 bc	1.74 f-h	-41.02
16	4.82 c-j	2.96 g-j	-38.59	3.82 a-c	1.95 c-h	-48.95
23	4.18 i-k	2.60 i-j	-37.80	2.71 c	1.80 f-h	-33.58
25	4.72 c-k	3.60 c-h	-23.73	2.99 bc	1.91 c-h	-36.12
30	4.69 c-k	3.05 f-j	-34.97	3.42 a-c	1.29 h	-62.28
31	4.76 c-j	3.81 b-g	-19.96	3.71 a-c	1.70 f-h	-54.18
40	4.61 d-k	3.48 c-h	-24.51	3.35 a-c	1.70 f-h	-49.25
48	5.19 b-g	3.87 a-g	-25.43	2.89 bc	1.70 f-h	-41.18
52	6.23 a	4.95 a	-20.55	2.77 c	1.71 f-h	-38.27
69	4.90 c-i	3.88 a-g	-20.82	2.78 c	2.00 c-h	-28.06
94	5.17 b-g	4.05 a-f	-21.66	3.58 a-c	1.73 f-h	-51.68
99	4.89 c-i	4.43 a-d	-9.41	3.09 a-c	2.28 c-g	-26.21
100	4.28 h-k	3.33 e-j	-22.20	3.83 a-c	1.82 e-h	-52.48
107	5.12 b-h	3.20 e-j	-37.50	3.86 a-c	2.56 b-d	-33.68
130	4.35 f-k	3.19 e-j	-26.67	3.87 a-c	1.87 d-h	-51.68
133	4.30 g-k	3.67 c-h	-14.65	2.92 bc	1.83 e-h	-37.33
159	5.17 b-g	3.37 d-i	-34.82	2.76 c	2.05 c-h	-25.72
179	5.81 ab	4.81 ab	-17.21	3.99 ab	2.55 b-e	-36.09
196	4.78 c-j	4.14 a-e	-13.39	2.75 c	2.22 c-g	-19.27
208	4.60 d-k	3.98 a-g	-13.48	3.22 a-c	2.35 b-f	-27.02
231	4.67 c-k	4.11 a-f	-11.99	3.64 a-c	2.39 b-f	-34.34
234	4.89 c-i	3.68 c-h	-24.74	3.27 a-c	1.81 f-h	-44.65
244	4.92 c-i	3.91 a-g	-20.53	3.86 a-c	1.79 f-h	-53.63
252	4.48 e-k	2.26 j	-49.55	3.38 a-c	1.57 gh	-53.55
265	3.99 kj	2.29 ij	-42.61	3.63 a-c	1.86 d-h	-48.76
280	5.29 b-e	4.52 a-c	-14.56	3.85 a-c	3.01 ab	-21.82
305	5.39 a-d	3.45 d-h	-35.99	3.41 a-c	2.62 a-c	-23.17
372	5.22 b-f	3.83 b-g	-26.63	3.10 a-c	1.80 f-h	-41.94
375	5.33 a-e	4.10 a-f	-23.08	3.86 a-c	1.87 d-h	-51.55
Galia F_1	5.50 a-c	3.40 d-h	-38.18	4.22 a	3.33 a	-21.09
Ort.	4.89	3.62	-26.13	3.38	2.02	-39.78
LSD $_{(\%5)}$	0.88	1.08		1.20	0.73	

Kuraklık stresi karşında ani su kaybından dolayı bitkilerin Ca konsantrasyonun hızla azaldığı, tuzlulukta ise Na toksisitesi nedeniyle Ca alımının engellediği düşünülmektedir (Çizelge 4.21.). Kalsiyum iyonun floemde hareketliliğinin (taşınımın) çok sınırlı olması, esas itibariyle ksilemde taşınması

nedeniyle, kuraklık stresinde su az/sınırlı olduğunda (veya hiç olmadığında) ksilem ile Ca taşınması azalmıştır. Bu nedenle tuz stresi ile karşılaştırıldığında kuraklık stresinde Ca yeşil aksam konsantrasyonu düşük çıkmış olabilir. Stres koşullarında Ca iyon içeriği kontrollere göre azalma göstermiştir. Ancak kuraklık stresinde bu azalma daha belirgin bir biçimde ortaya çıkmıştır. Tuz stresi koşullarında genotiplerin ortalama % değişimleri % 26.13 olmasına karşın kuraklık stresinde % 39.78 oranında meydana gelmiştir.

Tuz koşullarında yetiştirilen kavunlarda, 200 mM NaCl uygulaması Ca konsantrasyonlarında olduğu gibi Ca/Na oranının da düşmesine neden olmuştur. Yüksek Na konsantrasyonunun Ca alımını engellemesi nedeniyle Ca/Na oranlarında azalmalar ortaya çıkmıştır. Yeşil aksam Ca/Na oranı bakımından 2 (0.43), 252 (0.45), 100 (0.49), 40 (0.51) ve 130 (0.53) no'lu genotiplerde Na iyon toksisitesi kendini daha fazla hissettirmiş ve Ca alımını engelleyerek Ca/Na oranının da düşmesine neden olmuştur Ancak 280 (1.69), 375 (1.58), 196 (1.31), 69 (1.15) ve 305 (1.09) no'lu genotipler tuz koşullarında tercihlerini Ca iyonu yönünden kullanan ve en yüksek Ca/Na oranını oluşturan genotipler olmuştur. (Çizelge 4.22.).

Kuraklık stresinin yeşil aksamda oluşturduğu Ca/Na oranları ve kontrollerine göre meydana gelen değişimler Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Yeşil aksamda Ca/Na oranları açısından yeşil aksamda Na iyonunun daha yüksek olduğu ve dolayısı ile Ca alımının engellendiği genotipler 244 (1.88), 30 (1.98), 40 (2.10), 234 (2.70) ve 252 (2.71) no'lu genotipler şeklinde sıranlanmıştır. 280 (8.36), Galia F_1 (7.40), 196 (7.16), 159 (6.61) ve 99 (6.33) no'lu genotipler ise en yüksek oranı oluşturan genotipler olmuştur.

Kavunların Ca/Na oranlarının tuz stresinden kurak stresine göre daha fazla etkilendiği görülmüştür. Bitkilerin tuz koşullarında bünyelerine yüksek oranlarda Na iyonunu alması nedeniyle Ca/Na oranları azalma göstermiştir. Kontrollerine göre yapılan % değişim hesaplamalarında NaCl uygulamalarının Ca/Na oranlarında % 92.62 oranında azalmaya neden olduğu ancak kuraklık stresinde oluşan % değişimin % 29.86 düzeyinde kaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda farklı genotiplerde yeşil aksam Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	10.97 g-l	0.43 j	-96.07	7.43 d-k	2.74 jk	-63.10
3	21.12 b-d	0.74 e-j	-96.52	3.43 l	2.76 jk	-19.48
16	10.04 h-l	0.61 h-j	-93.96	7.07 e-l	3.00 h-k	-57.59
23	10.72 g-l	0.53 ij	-95.03	3.61 l	2.81 i-k	-22.16
25	6.47 i-m	0.69 g-j	-89.35	4.15 i-l	3.08 h-k	-25.82
30	5.65 k-m	0.66 g-j	-88.29	5.18 g-l	1.98 k	-61.70
31	6.10 j-m	0.55 ij	-90.91	3.99 i-l	3.62 f-k	-9.33
40	13.17 e-h	0.51 ij	-96.13	10.47 b-e	2.10 k	-79.95
48	6.49 j-m	0.79 d-j	-87.75	3.52 l	2.88 i-k	-18.25
52	9.73 h-m	0.76 e-j	-92.22	5.13 g-l	2.80 i-k	-45.35
69	11.14 g-k	1.15 cd	-89.69	3.97 j-l	5.41 b-g	36.11
94	10.77 g-l	1.00 c-g	-90.76	7.46 d-j	3.15 h-k	-57.83
99	16.86 c-f	1.04 c-g	-93.85	11.88 a-c	6.33 a-e	-46.71
100	4.32 m	0.49 ij	-88.76	4.73 h-l	2.84 i-k	-39.86
107	22.26 bc	0.71 f-j	-96.80	5.68 f-l	3.28g-k	-42.18
130	5.44 lm	0.53 ij	-90.24	5.30 f-l	3.90 f-k	-26.51
133	12.65 e-h	0.66 g-j	-94.74	8.34 c-h	3.98 f-k	-52.32
159	28.72 a	0.98 c-h	-96.59	6.00 f-l	6.61 a-d	10.22
179	21.52 c-d	0.84 d-i	-96.10	12.09 ab	5.80 b-f	-52.07
196	9.96 h-l	1.31 bc	-86.89	11.00 b-d	7.16 a-c	-34.90
208	11.50 f-j	0.75 e-j	-93.46	5.19 g-l	4.80 d-j	-7.66
231	15.06 e-h	0.62 h-j	-95.89	5.13 g-l	2.85 i-k	-44.50
234	14.38 e-h	0.86 d-i	-94.04	3.67 l	2.70 jk	-26.47
244	18.22 c-e	0.96c-h	-94.75	4.44 i-l	1.88 k	-57.53
252	21.33 b-d	0.45 j	-97.89	8.45 b-f	2.71 jk	-67.97
265	15.96 d-g	1.06 c-f	-93.39	7.56 d-i	4.33 e-j	-42.80
280	12.02 f-i	1.69 a	-85.97	4.28 i-l	8.36 a	95.45
305	25.67 ab	1.09 c-e	-95.75	6.69 f-l	4.94 d-i	-26.07
372	10.88 g-l	0.95 c-h	-91.28	3.78 kl	5.81 b-f	53.59
375	10.45 g-l	1.58 ab	-84.85	8.98 b-f	5.19 c-h	-42.13
Galia F_1	11.46 f-j	0.78 d-j	-93.19	15.07 a	7.40 ab	-50.90
Ort.	13.26	0.83	-92.62	6.57	4.10	-29.86
LSD $_{(\%5)}$	5.60	0.39		3.67	2.17	

4.1.16. Tuzluluk ve Kuraklık Stresleri Sonunda Kök Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kontrol koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin, kök kısımlarında bulunan Ca konsantrasyonu da belirlenerek Çizelge 4.23.'te verilmiştir. Genel olarak kökte tuz ve kontrol bitkilerinin Ca konsantrasyonlarının yeşil aksam Ca konsantrasyonlarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum karşısında tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin kalsiyumu, yeşil aksama gönderdiği düşünülmektedir. Ancak tuz uygulamasının bütün genotiplerde kontrol bitkilerine göre değişen oranlarda azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Kök bölgesindeki Ca iyonunu koruyarak en az % değişimin gerçekleştiği genotiplerin 372 (% 8.17), 196 (% 16.28), 99 (% 18.47), 31 (% 18.60) ve 40 (% 19.29) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Tuz stresinin köklerde en fazla Ca kaybına neden olduğu genotipler arasında 234 (% 63.64), 25 (% 56.02), 252 (% 55.49), 94 (% 50.19) ve 2 (% 49.82) no'lu genotipler ilk sırayı almışlardır.

Kurak stresi karşısında köklerin Ca iyonuna karşı göstermiş oldukları tepkilerde de farklılıklar ortaya çıkmıştır. Buna göre 99, 159, Galia F_1, 25 ve 196 no'lu genotiplerde köklerde meydana gelen Ca kaybı % 4.35 ile % 14.58 oranlarında seyrederken, 2, 23, 280, 252 ve 372 no'lu genotiplerde bu oranlar % 31.77 ile % 50.18 oranlarına kadar ulaşmıştır (Çizelge 4.23.). Köklerde bulunan Ca konsantrasyonu, tuz stresi karşında meydana gelen değişim ile karşılaştırıldığında tuz stresi koşullarında bitkilerin % değişimlerinin daha yüksek olduğu (% 34.44), buna karşılık kuraklık stresinde ise ortalama değişimin % 23.89 oranında kaldığı saptanmıştır. Tuz stresi köklerde Na toksik etkisinden dolayı Ca alımını engellemiş, ancak kuraklık stresinde bu etki kendini daha düşük seviyede hissettirmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi köklerde Ca konsantrasyonunun azalmasına yol açmıştır. Meydana gelen bu azalma tuz stresi koşullarında % 34.44 olurken, kuraklık stresinde % 23.89 oranında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.23. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	2.75 a-c	1.38 c-h	-49.82	2.75 ab	1.37 de	-50.18
3	3.20 a	2.12 ab	-33.75	1.83 c	1.37 de	-25.14
16	1.58 f-i	0.83 e	-47.47	2.58 a-c	1.84 a-e	-28.68
23	1.60 f-i	0.9 e	-43.75	2.85 a	1.67 a-e	-41.40
25	1.91 d-h	0.84 e	-56.02	2.15 a-c	1.84 a-e	-14.42
30	2.86 ab	1.6 c-e	-44.06	2.85 a	2.15 ab	-24.56
31	1.72 e-i	1.40 b-g	-18.60	2.22 a-c	1.64 b-e	-26.13
40	1.97 c-h	1.59 b-e	-19.29	2.22 a-c	1.59 b-e	-28.38
48	1.94 d-h	1.28 c-h	-34.02	2.43 a-c	1.77 a-e	-27.16
52	1.28 hi	1.03 de	-19.53	2.28 a-c	1.71 a-e	-25.00
69	2.03 c-h	1.49 b-g	-26.60	2.28 a-c	1.91 a-d	-16.23
94	2.57 a-d	1.28 c-h	-50.19	2.58 a-c	1.91 a-d	-25.97
99	1.57 f-i	1.28 b-e	-18.47	2.07 bc	1.98 a-c	-4.35
100	1.62 f-i	1.01 ed	-37.65	2.12 a-c	1.52 c-e	-28.30
107	2.49 a-e	1.78 a-d	-28.51	2.48 a-c	1.77 a-e	-28.63
130	2.60 a-d	1.55 b-e	-40.38	1.84 c	1.54 c-e	-16.30
133	2.25 b-g	1.52 b-f	-32.44	2.25 a-c	1.57 b-e	-30.22
159	2.14 b-g	1.39 b-e	-35.05	2.13 a-c	1.89 a-e	-11.27
179	1.58 f-i	1.05 c-e	-33.54	2.19 a-c	1.82 a-e	-16.89
196	2.15 b-g	1.80 a-d	-16.28	2.40 a-c	2.05 a-c	-14.58
208	2.46 a-e	1.89 a-c	-23.17	2.46 a-c	1.89 a-e	-23.17
231	1.76 e-i	1.24 c-h	-29.55	2.77 ab	2.24 a	-19.13
234	2.31 b-f	0.84 e	-63.64	2.55 a-c	2.09 a-c	-18.04
244	2.04 c-h	1.11 c-e	-45.59	2.29 a-c	1.87 a-e	-18.34
252	1.82 d-i	0.81 e	-55.49	2.82 ab	1.81 a-e	-35.82
265	1.08 i	0.78 e	-27.78	2.32 a-c	1.78 a-e	-23.28
280	1.54 f-i	1.12 c-e	-27.27	2.54 a-c	1.62 b-e	-36.22
305	1.99 c-h	1.18 c-e	-40.70	2.48 a-c	1.93 a-d	-22.18
372	2.54 a-d	2.36 a	-8.17	1.92 c	1.31 e	-31.77
375	2.51 a-e	1.57 b-e	-37.45	2.26 a-c	1.92 a-d	-15.04
Galia F_1	1.50 g-i	1.15 c-e	-23.33	2.24 a-c	1.93 a-d	-13.84
Ort.	2.04	1.33	-34.44	2.36	1.78	-23.89
LSD $_{(\%5)}$	0.81	0.70		0.78	0.59	

Tuz stresinin köklerde oluşturduğu etkilerden bir diğeri de Na karşısında Ca alımında ortaya çıkan sorunlardır. Ca/Na oranının en düşük olduğu genotipler 252 (0.23), 234 (0.24), 265 (0.32) ve 23 (0.32) no'lu genotiplerdir. İyon seçiminde Ca tercih etmesi sonucu Ca/Na oranı bakımından en yüksek değerleri oluşturan

genotipler ise sırasıyla 3 (1.21), 196 (0.99), 372 (0.93) ve 375 (0.81) no'lu genotipler olmuştur. (Çizelge 4.23.)

Köklerde kuraklık stresi koşullarında Ca iyonunun yeşil aksama göre daha düşük olması nedeniyle Ca/Na oranlarının da yeşil aksamda oluşturulan oranlara göre daha düşük olduğu saptanmıştır. 252 (1.38), 3 (1.38), 100 (1.39), 130 (1.44) ve 107 (1.45) no'lu genotipler ise Ca yerine Na tercih ederek en düşük Ca/Na oranlarının elde edildiği genotipler olarak belirlenmiştir. 30 (2.83), 23 (2.53), 234 (2.30), 69 (2.22) ve 48 (2.19) no'lu genotipler ise en yüksek Ca/Na oranlarını oluşturmuşlardır.

Ca/Na oranı tuz ve kuraklık stresinde farklı değerlerde oluşmuştur. Kontrol bitkileri ile karşılaştırılması ile oluşturulan % değişimler tuz stresinde % 82.33 olmuştur. Buradaki en büyük etken tuz stresi koşullarında genotiplerin bünyelerine aldıkları Na iyonunun fazla olmasıdır. Kuraklık stresinde ise bu oran % 55.34 oranında kalmıştır.

Bitki hücresinde devam eden iyon taşınımı tek değerli (K, Na) ve çift değerli (Ca) katyonlar arasındaki denge ile sürdürülmektedir. Tek değerli katyonların konsantrasyonunda meydana gelen artış, iyon taşınım dengesini değiştirerek hücre geçirgenliğinin bozulmasına ve hücrenin zararlanmasına neden olmaktadır (Karanlık, 2001)

Tuz stresi genel tarama çalışmasında yer alan tüm genotiplerin yeşil aksam ve kökteki Ca konsantrasyonları azalma göstermiş, bu azalma yeşil aksamda kökten daha belirgin gerçekleşmiştir. Hussain ve ark. (2008), hint darısında yaptıkları tuzluluk çalışmasında yüksek tuz konsantrasyonunun bitkilerde Na ve Cl iyonlarının birikimine neden olduğunu, Ca oranının ise azalma eğilimine geçtiğini bildirmişlerdir. Yine yüksek tuz konsantrasyonlarının bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığı, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Cramer ve ark., 1986; Hung ve Redman, 1995; Aktaş, 2002).

Çizelge 4.24. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	6.11 b	0.39 g-k	-93.60	3.99 c-g	1.80 c-g	-54.77
3	9.70 a	1.21 a	-87.51	12.20 b	1.38 e-g	-88.66
16	2.19 e-g	0.34 h-k	-84.50	17.20 a	2.07 b-g	-87.98
23	3.14 c-g	0.32 i-k	-89.90	15.00 ab	2.53 ab	-83.13
25	2.58 e-g	0.38 g-k	-85.27	5.51 c-f	2.16 a-d	-60.73
30	8.94 a	0.63 c-g	-92.98	3.70 d-g	2.83 a	-23.57
31	2.39 e-g	0.55 c-i	-77.11	3.08 fg	1.58 d-g	-48.86
40	5.32 b-d	0.80 bc	-84.99	3.31 e-g	1.66 c-g	-50.01
48	2.77 d-g	0.60 c-h	-78.42	4.26 c-g	2.19 a-d	-48.74
52	2.13 fg	0.58 c-i	-72.72	6.16 c-e	1.50 d-g	-75.66
69	2.54 e-g	0.72 c-f	-71.50	3.68 e-g	2.22 a-d	-39.61
94	4.59 b-f	0.52 d-i	-88.71	4.30 c-g	1.87 b-g	-56.45
99	4.13 b-g	0.72 c-f	-82.69	4.70 c-g	2.11 b-d	-55.23
100	2.89 d-g	0.36 g-k	-87.71	5.17 c-f	1.39 g	-73.03
107	5.66 bc	0.78 c-d	-86.26	4.43 c-g	1.45 e-g	-67.24
130	2.68 e-g	0.57 c-i	-78.82	3.29 e-g	1.44 e-g	-56.20
133	3.17 c-g	0.48 f-k	-84.87	2.81 fg	1.50 d-g	-46.84
159	2.49 e-g	0.43 g-k	-82.65	3.80 d-g	2.05 b-f	-45.99
179	1.90 g	0.32 i-k	-83.18	3.13 fg	1.88 b-g	-40.03
196	2.34 e-g	0.99 ab	-57.45	5.00 c-g	1.59 d-g	-68.22
208	2.51 e-g	0.74 c-e	-70.59	2.76 fg	2.05 b-g	-25.68
231	2.29 e-g	0.49 e-i	-78.73	3.46 e-g	1.70 c-g	-50.99
234	2.82 d-g	0.24 jk	-91.62	6.67 cd	2.30 a-c	-65.51
244	2.32 e-g	0.43 g-k	-81.51	6.94 c	1.72 c-g	-75.28
252	3.14 c-g	0.23 k	-92.75	5.42 c-f	1.38 g	-74.52
265	1.77 g	0.32 i-k	-82.16	4.38 c-g	1.50 d-g	-65.83
280	2.66 e-g	0.40 g-k	-84.88	4.79 c-g	1.82 c-g	-62.02
305	3.75 b-g	0.38 g-k	-89.93	3.70 d-g	2.03 b-g	-45.11
372	4.79 b-e	0.93 b	-80.69	2.02 g	1.58 d-g	-21.91
375	2.95 d-g	0.81 bc	-72.59	2.57 fg	1.90 b-g	-25.98
Galia F_1	3.06 d-g	0.73 c-f	-76.07	2.70 fg	1.84 c-g	-31.89
Ort.	3.54	0.56	-82.33	5.17	1.84	-55.34
LSD $_{(\%5)}$	2.57	0.26		3.00		

Ca/Na oranının bitkilerin tuz toksisitesi karşısında gösterdikleri dayanıklılıkta önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar çerçevesinde genel olarak Ca/Na oranlarının yüksek olduğu genotiplerin daha düşük skala değeri oluşturduğu saptanmıştır. 200 mM NaCl uygulaması, yüksek Na konsantrasyonu nedeniyle Ca alımını engellemiş, yeşil aksam ve kökte Ca/Na

oranlarının kontrol grubuna göre önemli derecede düşmesine neden olmuştur. Ca/Na bakımından tolerant olduğu düşünülen 159, 196 ve 99 no'lu genotipler K/Na oranı bakımından da en yüksek oranları vermiştir. Ca/Na oranlarında oluşan azalma, bitkinin seçimini Na iyonu yönünde yaptığının bir göstergesi olup, membranlarda bozulmaya ve Na alımının hızlanarak toksisitenin artması nedeniyle bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Benzer sonuçlar Davenport ve ark., 1997; Kreji, 1999; Koç, 2005 tarafından da bildirilmiştir. Florunso ve Yakubu (1988) mısırda tuz düzeyinde oluşan artışın bitkide Ca/Na ve K/Na oranlarında azalmalara neden olabileceğini ifade ederken; Yetişir ve Uygur (2009) kabak genotiplerinde yaptıkları çalışmada Na konsantrasyonunda meydana gelen artışın Ca/Na ve K/Na oranlarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Daşgan ve ark. (2002) ise, Na artışı ile K/Na ve Ca/Na oranlarının azaldığını, bu oranlar ile skala arasında önemli bir ilişki olduğunu, K/Na ve Ca/Na oranlarının yüksek olduğu genotiplerde daha düşük skala değerlerinin oluştuğunu saptamışlardır. Yaptığımız genel tarama çalışmasında Ca ve Ca/Na oranı bakımından elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile de uyum göstermiştir.

Kuraklık, kavun bitkilerinin yeşil aksam ve kök kısımlarında Ca konsantrasyonunda azalmaya neden olmuştur. Su eksikliği, kök hücrelerinden başlayarak diğer doku ve organlara besin maddesi akışının azalmasına, böylece faklı dokularda besin elenmenti eksikliklerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Su eksikliği dokularda Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Ca iyonun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlanmasına neden olmaktadır (Kiegle ve ark. 2000). Bu azalma respirasyon ve fotosentez gibi metabolik olaylar dışında enzim aktivitelerinde meydana gelen aksaklıklar nedeniyle membran geçirgenliğinin azalmasına, ozmotik dengenin bozulmasına ve sonuçta bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara neden olmaktadır (El-Telway, 1987; Rodriguez ve ark., 1996; Saxena ve ark., 2001).

Güneş ve ark. (2006), nohutta yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin Ca birikiminde azalmaya yol açtığını, hassas genotiplerde ise bu azalmanın daha fazla olduğunu ifade ederken genotiplerin kuraklığa toleransında besin elementlerinin

birikimi konusunda seçiciliklerinin ve dokularda bulundurdukları konsantrasyonların önemli bir parametre olabileceğini vurgulamışlardır. Abdalla ve El-Khoshiban (2007), buğdayda yaptıkları kuraklık çalışmasında, su eksikliğinin kök ve yeşil aksamda Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu, meydana gelen bu azalmanın hassas genotiplerde daha belirgin şekilde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Hessini ve ark. (2009), *Spartina alterniflora* bitkisinde hafif şiddette meydana gelen kuraklıkta bitkilerde kontrollerine oranla Ca konsantrasyonunun arttığını ancak kuraklığın devam etmesi ve şiddetinin artması durumunda azalmaya başladığını saptamışlardır. Genel tarama çalışmasında kuraklık stresi karşında bitkilerin Ca konsantrasyonlarında meydana gelen azalma ve elde edilen bulgular araştırıcıların bulguları ile de uyum göstermiştir.

4.1.17. Tuzluluk Stresi Sonunda Yeşil Aksam ve Köklerde Cl Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Genel tarama çalışmasında, 21 günlük tuz stresi sonucunda yaprak ve köklerde Cl iyonu konsntrasyonu bakımından meydana gelen değişimler Çizelge 4.25. ve 4.26.'da verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması sonucu kavun genotiplerinde yeşil aksam Cl konsantrasyonu kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında Cl iyonunu uzak tutabilen genotipler; 375 (% 335.53), 208 (% 494.12), 179 (% 594.12), 196 (% 705.41), 280 (% 829.63) ve 69 (% 906.90) şeklinde sıralanmıştır. Buna karşılık Cl iyonunun alınması konusunda seçici davranamayarak bünyelerine en fazla Cl iyonu alan genotipler sırasıyla, 3 (% 3109.09), 130 (% 2353.85), 231 (% 1994.12), 305 (% 1986.47) ve 40 (% 1921.05) no'lu genotipler (Çizelge 4.25.) olmuşlardır.

Tuz stresi sonucunda kök kısmında meydana gelen Cl konsantrasyon değişimlerinin genotipler arasında farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak kök kısmında yeşil aksama göre daha az oranda Cl iyonu biriktiği ve meydana gelen değişimin % 85 ile % 1375 arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmada kullanılan kavun genotipleri içerisinde 375 (% 85.15), 100 (% 85.71), 48 (% 90.70), 16 (%

91.49) ve 244 (% 101.23) no'lu genotipler bünyelerine en az Cl iyonu alan genotipler olarak ortaya çıkmıştır. Stres uygulaması karşısında kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında kök bünyesinde en fazla Cl iyonu artışı gerçekleşen genotipler ise 234 (% 656.45), 208 (% 387.27), 265 (% 358.62), 94 (% 340.38) ve 231 (% 338.30) no'lu genotipler (Çizelge 4.26.) olmuştur.

Yüksek tuz konsantrasyonlarının hücrede meydana getirdiği olumsuzlukların nedenleri arasında Na ve Cl iyonlarının yüksek konsantrasyonu ile oluşan iyon toksisitesi yer almaktadır (Marschner, 1995; Yaşar, 2003; Borsani ve ark., 2003). Garcia-Sanchez ve ark. (2003), tuzluluğun limon yapraklarında Cl iyonu konsantrasyonunda artışa neden olduğunu ifade ederken; Ünlükara ve ark. (2008) tuz seviyesindeki artış ile birlikte patlıcanda Cl iyon miktarında artışların görüldüğünü bildirmişlerdir. Genel tarama çalışmasında yapılan tuzluluk çalışması sonucunda kavun genotiplerinin Cl iyonu alımı konusunda farklı mekanizmalar çalıştırdıkları belirlenmiştir. Bitkilerin köklerinde daha az oranda Cl iyonu biriktirdikleri ve genelde bu iyonu yeşil aksam kısmına gönderdikleri düşünülmektedir. Özellikle bünyelerine daha az oranda Cl iyonu alan genotiplerin daha düşük skala değerine sahip oldukları görülmüştür. Ancak 99 ve 159 no'lu genotipler bünyelerine fazla oranda Cl iyonu almalarına karşılık daha düşük skala değerlerine sahip olmuştur (1.25 ve 1.00). Bu genotipler Na iyonunda olduğu gibi Cl iyonunu da "kabullenen-includer" bir mekanizma göstermişlerdir. Yine Na iyonunu bünyelerinden uzak tutmayı başararak "Na-sakınan" grup içerisinde yer alan 196, 280 ve 375 no'lu genotipler Cl iyonu bakımından da "Cl-sakınan" bir mekanizma kullanmışlardır. Buna karşılık 3, 23, 40 ve 231 no'lu genotipler bünyelerinde Na iyonunda olduğu gibi Cl iyonunu da bünyelerinden uzak tutmayı başaramamış ve toksik iyon etkisinden zararlanan genotipler arasında yer almışlardır. Amor ve ark. (2000) domates ve kavunda; Chartzoulakis ve ark. (2000) biberde; Meloni ve ark. (2001) pamukta yaptıkları tuzluluk çalışmalarında NaCl uygulamaları karşısında bitki dokusunda Cl iyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Araştırıcıların buldukları sonuçlar çalışmamızda elde edilen bulgular ile de uyum göstermiştir.

Çizelge 4.25. Genel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde yeşil aksam Cl konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim	Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim
2	0.29 bc	3.85 ab	1227.59	133	0.22 bc	2.90 b-f	1218.18
3	0.11 c	3.53 a-c	3109.09	159	0.19 bc	3.10 a-f	1631.12
16	0.23 bc	3.04 b-f	1221.74	179	0.34 bc	2.36 f	594.12
23	0.17 bc	3.56 a-c	1994.12	196	0.37 bc	2.98 b-f	705.41
25	0.26 bc	2.75 c-f	957.69	208	0.51 ab	3.03 b-f	494.12
30	0.24 bc	3.73 a-c	1454.17	231	0.18 bc	4.31 a	2294.44
31	0.16 bc	3.17 b-f	1881.25	234	0.26 bc	3.28 b-f	1161.54
40	0.19 bc	3.84 ab	1921.05	244	0.20 bc	2.94 b-f	1370.00
48	0.23 bc	3.53 a-c	1434.78	252	0.23 bc	4.32 a	1778.26
52	0.26 bc	3.6 a-c	1284.62	265	0.25 bc	2.82 c-f	1028.00
69	0.29 bc	2.92 b-f	906.90	280	0.27 bc	2.51 d-f	829.63
94	0.2 bc	3.18 b-f	1490.00	305	0.15 c	3.13 b-f	1986.67
99	0.22 bc	3.45 a-d	1468.18	372	0.17 bc	2.44 ef	1335.29
100	0.25 bc	2.97 b-f	1088.00	375	0.76 a	3.31 b-f	335.53
107	0.18 bc	3.42 a-e	1800.00	Galia F_1	0.18 bc	3.38 a-e	1777.78
130	0.13 bc	3.19 b-f	2353.85	Ort.	0.25	3.24	1423.65
LSD $_{(\%5)}$	0.38	1.00		LSD $_{(\%5)}$	0.38	1.00	

Çizelge 4.26. Genel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde kök Cl konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim	Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim
2	0.83 a	2.52 b-h	203.61	133	0.89 a	3.16 ab	255.06
3	0.90 a	2.34 c-j	160.00	159	0.74 ab	1.60 j-k	116.22
16	0.94 a	1.80 h-k	91.49	179	0.96 a	2.05 e-k	113.54
23	0.96 a	2.47 b-h	157.29	196	0.46 ab	1.82 h-k	295.65
25	0.65 ab	2.64 a-g	306.15	208	0.55 ab	2.68 a-e	387.27
30	0.75 ab	2.78 a-e	270.67	231	0.47 ab	2.06 e-k	338.30
31	0.97 a	3.38 a	248.45	234	0.39 b	2.95 a-c	656.41
40	0.53 ab	2.06 e-k	288.68	244	0.70 ab	1.41 kl	101.43
48	0.86 a	1.64 e-g	90.70	252	0.85 a	2.85 a-d	235.29
52	0.80 a	2.57 a-h	221.25	265	0.58 ab	2.66 a-f	358.62
69	0.64 ab	2.05 e-k	220.31	280	0.55 ab	2.05 e-k	272.73
94	0.52 ab	2.29 c-j	340.38	305	0.88 a	2.43 b-i	176.14
99	0.71 ab	2.24 c-j	215.49	372	0.67 ab	2.38 b-j	255.22
100	0.63 ab	1.17 l	85.71	375	1.01 a	1.87 f-k	85.15
107	0.99 a	2.69 a-e	171.72	Galia F_1	0.66 ab	1.85 g-k	180.30
130	0.56 ab	2.08 d-k	271.43	Ort.	0.73	2.28	231.31
LSD $_{(\%5)}$	0.61	0.79		LSD $_{(\%5)}$	0.61	0.79	

4.1.18. Tuzluluk ve Kuraklıkta Bitkilerin Su Kullanım Etkinlikleri

Tuz ve kuraklık stresi karşısında bitkilerin bir gram kuru madde oluşturabilmek için kullandıkları su miktarının bir göstergisi olan su kullanım etkinliği, genotiplerin tolerans düzeylerinin belirlenebilmesi açısından önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda bu özellikle ilgili elde edilen bulgular Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması ile oluşturulan tuz stresi genel olarak, kavun genotiplerinin hepsinde su kullanım etkinliklerini önemli düzeyde azaltmıştır. Buna karşılık toleransın yüksek olduğu düşünülen genotiplerde bu azalma daha düşük kalmıştır. Özellikle 99 ve 196 no'lu genotipler 0.97 ve 0.64 g/L su kullanım etkinliği ile en yüksek su kullanım etkinliği değerlerine sahip olmuştur. Çalışmada kullanılan kavun genotiplerinin kontrol bitkileri ile karşılaştırılabilmesi amacıyla oluşturulan % değişimler incelendiğinde 179 (% 36.12), 196 (% 36.29), 280 (% 38.94), 99 (% 40.17), 159 (% 42.07) ile % değişimin en az gerçekleştiği genotipler olarak görünmüşlerdir. Tuz stresinin olumsuz etkisinin en fazla hissedildiği ve kontrollerine oranla % değişimin en fazla gerçekleştiği genotipler ise 23 (% 75.93), 52 (% 73.96), 2 (% 71.28), 40 (% 71.06), 16 (% 63.28) olmuştur.

Kuraklık stresinde genotiplerin su kullanım etkinlik eğilimleri tuz stresinden farklı gerçekleşmiştir. Su eksikliği karşısında genotiplerin su kullanım etkinlikleri genel olarak kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Genotipler içerisinde 3 (% 48.21) ve 52 (% 24.35) no'lu genotipler ise su kullanım etkinliklerinde kontrol bitklerine oranla azalma göstermiştir. Stres koşullarında suyu en ekonomik şekilde kullanan ve aynı koşullarda en fazla kuru madde oluşturabilen genotipler 30 (8.39 g/L), 23 (7.30g/L) ve 48 (6.24 g/L) şekllinde ön plana çıkarken; genotiplerin kontrol bitkilerine göre % değişimleri dikkate alındığında, su kullanım etkinlikleri bakımından kuraklık stresinden en az etkilenen genotipler Galia F_1 (% 155.84), 208 (% 122.31), 196 (% 119.09), 305 (% 107.08) ve 133 (% 106.88) olmuştur. Yine kuraklık stresinde etkin bir su kullanım stratejisi uygulayamayarak yeterli gelişmeyi gerçekleştiremeyen ve su kullanım etkinlikleri en düşük oranlarda ortaya çıkan

genotipler 231 (% 5.60), 179 (% 13.59), 69 (% 15.85), 2 (% 27.12) ve 25 (% 28.44) şeklinde sıralanmıştır.

31 farklı kavun genotipi ile gerçekleştirilen genel tarama çalışmasında genotiplerin tuz ve kuraklık stresi karşısında su kullanım etkinlikleri farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Tuz stresinde kontol ve tuz uygulanan bitkilerde aynı miktarda su kullanılmasına rağmen, tuz stresinin olumsuz etkisi ön plana çıkmış ve tuz uygulanan bitkilerde yeterli kuru madde üretimi sağlanamamıştır. Bu nedenle tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde su kullanım etkinlikleri azalma göstermiştir. Kuraklık stresinde ise, belli bir aşamadan sonra su tamamen kesilmiş ancak kontrol bitkileri su almaya devam etmiştir. Bu durumda kuraklık stresi durumunda kullanılan su miktarının az oluşu, genotiplerin kontrol bitkilerine göre su kullanım etkinliklerinin artış göstermesine yol açmıştır. Ancak her iki stres koşulunda da genotiplerin su kullanım etkinlikleri farklılıklar göstermiştir. Tolerant olan genotipler tuz stresi koşullarında kontrollerine en yakın su kullanım etkinliği sağlarken, kuraklık stresinde kontrollerinden daha yüksek bir su kullanım etkinliği sergilemişlerdir.

Gholipoor ve ark. (2005), nohutta düşük tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen bitkilerde su kullanım etkinliğinin arttığını, ancak tuz konsantrasyonunun artması halinde birlikte su kullanım etkinliğinin azaldığını vurgulamıştır. Stoeva ve Kaymakanova (2008), tuzluluk stresinin bitki su kullanım etkinliği yönünden değişime neden olduğunu, fasulyede yüksek tuz konsantrasyonunun su kullanım etkinliğini kontrol uygulamalarına göre % 50 azalttığını bildirmiştir.

Caldwell ve ark. (2003), soğanda yaptıkları çalışmada artan kuraklık stresinin bitklerde su kullanım etkinliklerinin de artmasına neden olduğunu saptamıştır. Anyia ve Herzog (2004), su kullanım etkinliğinin kuraklık stresinde genotiplerin seçiminde kesin bir sonuç vermemekle birlikte, genotiplerin eğilimi hakkında fikir edinmek adına önemli bir parametre olduğunu ifade ederken, baklada su kullanım etkinliği yönünden genotiplerin farklı mekanizmalar gösterdiğini, bazı genotiplerde kontrol bitkilerine oranla artışlar görülürken bazı genotiplerin su kullanım etkinliklerinin azaldığını bildirmişlerdir. Sankar ve ark. (2008), bamyada kuraklık stresinin su kullanım etkinliğini kontrol bitkilerine oranla artırdığını, tolerant olan genotipin daha yüksek su kullanım etkinliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Turk ve Hall (1980)

soya fasulyesinde; Gren ve Read (1983) mısır ve ayçiçeğinde kuraklık stresinin su kullanım etkinliğini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırıcıların elde ettikleri sonuçlar çalışmamızda sunulan sonuçlarla da uyum göstermekle birlikte Liu ve Stützel (2004) ise C4 bitkilerinin C3 bitkilerine oranla daha yüksek bir su kullanım etkinliğine sahip olduğunu ancak C4 bitkisi olan *Amaranthus* spp. türünde kuraklık stresinin su kullanım etkinliği yönünden herhangi değişime yol açmadığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.27. Genel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde su kullanım etkinlikleri ve kontrole göre değişimleri (g/L)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	1.81 a	0.52 b-g	-71.28	4.13 de	5.25 e-i	27.12
3	0.95 e-k	0.45 d-i	-52.54	9.49 a	4.91 f-j	-48.23
16	1.19 cd	0.44 d-i	-63.28	3.78 f	5.18 e-i	36.90
23	1.53 b	0.37 ij	-75.93	4.38 d	7.30 b	66.86
25	1.26 c	0.54 b-e	-57.57	3.95 ef	5.08 f-j	28.64
30	0.83 j-m	0.42 e-i	-49.06	4.93 c	8.39 a	70.30
31	1.09 de	0.49 d-i	-55.05	3.41 g	5.64 c-f	65.32
40	0.94 e-k	0.27 j	-71.06	3.01 i-l	5.60 c-f	86.36
48	0.95 e-k	0.45 d-i	-52.44	3.99 ef	6.24 c	56.52
52	1.78 a	0.46 d-i	-73.96	6.35 b	4.80 h-k	-24.35
69	1.02 e-h	0.53 b-f	-47.81	4.78 c	5.54c-f	15.85
94	1.07 d-f	0.51 b-h	-52.34	3.22 g-i	4.55 i-l	41.52
99	1.62 b	0.97 a	-40.17	4.21 de	6.06 cd	44.00
100	1.04 d-g	0.49 d-i	-53.23	2.30 p-r	3.01 o	30.98
107	0.88 h-m	0.50 c-i	-43.42	2.18 qr	2.98 o	36.78
130	1.01 e-h	0.38 h-j	-62.29	3.05 h-k	5.34 d-h	75.00
133	0.89 g-m	0.43 e-i	-51.93	2.73 k-n	5.64 c-f	106.88
159	0.93 f-l	0.54 b-e	-42.07	2.54 n-p	3.91 l-n	54.04
196	1.01 e-h	0.64 b	-36.29	2.27 p-r	4.96 f-j	119.09
208	0.77 m	0.40 f-j	-48.78	1.63 s	3.61 m-o	122.31
231	1.02 e-h	0.48 d-i	-52.69	3.13 m-o	3.30 no	5.60
234	0.82 k-m	0.45 d-i	-45.61	2.11 r	3.44 m-o	63.30
244	0.96 e-k	0.52 b-g	-46.42	3.13 g-j	5.13 f-j	64.00
252	0.94 e-k	0.38 h-j	-59.74	2.89 j-m	3.93 l-n	35.81
265	1.01 e-h	0.57 b-d	-42.88	2.46 n-q	4.43 j-l	79.88
280	1.04 d-g	0.63 bc	-38.94	2.31 o-r	4.08 k-m	76.79
305	0.85 i-m	0.39 g-j	-54.18	2.65 mn	5.49 c-g	107.08
372	1.30 c	0.57 b-d	-55.72	3.37 gh	5.95 c-e	76.82
375	1.00 e-i	0.39 g-j	-60.59	2.28 p-r	4.70 h-k	106.59
Galia F_1	0.98 e-j	0.49 d-i	-49.82	1.93 s	4.93 f-j	155.84
179	0.78 lm	0.50 c-i	-36.12	2.69 l-n	3.05 o	13.59
Ort.	1.07	1.07	-53.01	2.69	4.92	57.97
$LSD_{(\%5)}$	0.16	0.14		0.32	0.76	

4.1.19. Genel Tarama Çalışmasının Tartışması

Araştırmamızın ilk bölümü olan genel tarama çalışmasında kullanılan 31 adet kavun genotipi ayrı ayrı 21 gün süre ile tuz ve 14 gün süre ile kuraklık stresine maruz bırakılmışlardır. Kullanılan kavun genotiplerinde 200 mM NaCl ve kuraklık uygulamalarının, ilk semptomolojik etkisi, bitkilerde biyomas, gövde çapı, gövde boyu, yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi parametrelerde azalmalara neden olmuştur. Her iki streste de alt yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, stresin ilerleyen dönemlerinde ise yapraklarda kuruma ve bitki ölümleri görülmüştür. Bitkilerde oluşan görsel değişimlerin ifadelendirilmesi amacıyla oluşturulan 0-5 skala değerlendirmesi sonucu, tuzluluk stresi karşısında 159, 99 ve 196 no'lu genotiplerin kontrollerine oldukça yakın bir gelişme gösterdiği; 40 ve 252 no'lu genotiplerin ise stresten en fazla etkilenen genotipler olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi sonucunda ise 133, 196 ve 305 no'lu genotipler en düşük skala değerini verirken; 252, 40, 52 ve 100 no'lu genotiplerin kuraklık stresinden en belirgin şekilde etkilenen genotipler olduğu saptanmıştır. Yaş ve kuru ağırlık değişimleri, gövde çapı, gövde boyu, yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından da incelenen farklı genotiplerin kontrol bitkilerine oranla değişen düzeylerde kayıplar oluşturdukları tespit edilmiştir. Genel olarak tuz ya da kuraklığa tolerant olan genotiplerin hassas olan genotiplere oranla daha düşük değişimler meydana getirdikleri, bu genotiplerin aynı zamanda daha düşük skala değerine de sahip oldukları görülmüştür.

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerin nispi büyüme oranında da azalmalara neden olmuştur. Her iki streste de 159, 196 ve 99 no'lu genotipler en yüksek büyüme oranına sahipken; 252 no'lu genotip en düşük gelişim gösteren genotiplerin başında gelmiş; bu genotipi 23, 40 ve 52 no'lu genotipler izlemiştir. Stres sonucu bitki yaprak hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın belirlenmesi amacıyla oluşturulan membran zararlanma indeksine göre stres koşullarında genotiplerin tamamında zararlanma indeksi artış göstermiş bununla birlikte genotipler arasında istatistiksel olarak da farklılıklar çıkmıştır. Tuz ve kuraklık stresi yapraklarda oransal su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Tolerant olduğu düşünülen kavun

genotiplerinde meydana gelen azalma kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında tuz stresine % 8-11 arasında meydana gelirken; kuraklık stresinde % 12-16 oranlarında değişmiştir. Hassas genotiplerde ise bu oranlar tuz stresi koşullarında % 27-48; kuraklık stresinde ise % 32-42 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Kavunda tuz stresi karşısında bitki büyümesindeki azalmanın en önemli nedeni, bitki bünyesinde fazla miktarda biriken Na ve Cl iyonları olmuştur. Tuz stresi karşısında genotiplerin hepsinde Na iyonu konsantrasyonunda artış görülmüş, ancak 375, 30, 280 ve 196 no'lu genotipler Na iyonu yönünden daha seçici davranmayı başarmışlardır. Bu genotipler "Na-sakınan" olarak değerlendirilmiştir. 159 ve 99 no'lu genotipler bünyelerine yüksek oranda Na iyonu almalarına rağmen düşük skala değeri göstermişlerdir. Bu genotiplerin "Na-kabullenen" genotipler olduğu, toksik Na iyonunu vakuollerde biriktirerek toksik etkisini elimine etmeyi başardıkları düşünülmektedir. Yine bitkilerin kök kısımları yeşil aksam kısmına oranla daha düşük oranlarda Na iyonu konsantrasyonu içerdiği tespit edilmiştir. Kuraklık stresinde ise doğal olarak Na iyonunda belirgin ve önemli değişiklikler çıkmamıştır

Na iyonunda meydana gelen artış, özellikle tuz stresinde K ve Ca iyonlarının alımını engellemiştir. Önemli bir ozmoregülatör olduğu düşünülen bu iyonları bünyelerine daha fazla alan genotiplerin Na iyonuna karşı direnç sağladıkları düşünülmektedir. Kuraklık stresi sonucu K ve Ca iyonları yeşil aksam ve kök kısımlarında azalma göstermiştir. Ortamda azalan su, bu iyonların alımını olumsuz etkilemiştir. Ancak bünyelerine daha yüksek oranlarda K ve Ca iyonu alabilen genotiplerin ise kuraklığa toleransının arttığı düşünülmektedir. Tuz stresi, kavun bitkilerinde Cl iyonu konsantrasyonunda artışlara neden olmuştur. Na mekanizmasında olduğu gibi Cl iyonu bakımından da bazı genotiplerin seçici davranarak "Cl sakınan" genotipler olduğu saptanmıştır. Genel olarak bitkilerin Na alımı ile Cl iyonu alımı arasında benzerlikler olduğu, yine 159 ve 99 no'lu genotiplerin bünyelerine fazla miktarda Cl iyonu almalarına rağmen diğer genotiplere oranla daha iyi bir gelişme gösterdikleri belirlenmiştir. Ancak 3, 23, 40 ve 231 no'lu genotipler bünyelerine en fazla Cl iyonu alan genotipler olarak diğerlerinden ayrılmışlardır.

Tüm bu sonuçlar ışığında 31 adet kavun genotipinin tuz ve kuraklık stresi karşısında bütün parametreler bakımından % değişimleri göz önüne alınarak bir sıralama yapılmıştır. Değişimin en az olduğu ilk beş ve değişimin en fazla olduğu yine ilk beş genotip seçilip sıralanarak puanlama sistemi oluşturulmuştur. Buna göre 2, 3, 25, 40, 52, 100 ve 252 no'lu genotipler hassas; 69, 107, 130, 133, 244 ve 375 no'lu genotipler orta tolerant; 99, 159, 179, 196, 280 ve 305 no'lu genotipler ise tolerant olarak belirlenmiştir.

4.2. Özel Tarama Denemeleri

31 adet kavun genotipi ile sürdürülen genel tarama çalışmasında incelenen parametreler ışığında tuz ve kuraklık stresine tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas genotipler içerisinden 19 kavun genotipi seçilmiş, 272 no'lu genotipinde çalışmaya eklenmesi ile toplam 20 genotiplik yeni bir set oluşturulmuş ve bu set ile ilk bölümde yapılan çalışmalar bir kez daha tekrarlanmıştır. Özel seçim aşamasında bitkiler kontrollü iklim odasında yetiştirilmiştir.

4.2.1. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Sonunda 0-5 Skalası

Tuz ve kuraklık stresi karşısında, stres bitkilerinde ortaya çıkan zararlanmanın görsel olarak belirlenmesi amacıyle genç kavun bitkileri 0-5 skalasına göre değelendirilmiştir. Görsel skala değerlendirmesinde "0"ın kontrol bitkileri olarak kabul edildiği çalışmada, genotiplerin farklı skala değerleri aldığı belirlenmiştir.

200 mM NaCl uygulanan tuz stresi koşullarında 20 adet kavun genotipine ait görsel skala değerleri Çizelge 4.28.'de verilmiştir. Kontrollü iklim odasında yapılan çalışmada 40 ve 252 no'lu genotipler 4.75 ve 5 skala değeri ile tuzdan en çok etkilenen genotipler olmuştur. Aynı koşullarda kontrol bitkilerine göre zararlanmanın en az olduğu genotipler ise, 196 (1.00), 159 (1.25) ve 99 (1.50) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır. Diğer genotipler ise 2.25 ile 3.75 arasında skala değerleri almıştır.

Kuraklık stresi koşullarında bitkilerin ortaya koyduğu skala değerleri bakımından genotipler arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Kuraklık karşısında stresten en çok etkilenen genotipler 40 (4.75) ve 252 (5.00) no'lu genotipler olmuştur. Bu genotipleri 100 (4.00), 2 (3.75), 52 (3.75) ve 3 (3.50) no'lu genotipler izlemiştir. Stres koşullarında kontrol bitkilerine yakın gelişme gösteren genotipler ise 196 (1.00), 159 (1.25), 375 (1.75) ve 99 (2.00) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz stresinin ilk olumsuz etkisi, yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyen nekrotik lekeler şeklinde ortaya çıkmakta iken ilerleyen dönemlerde bitki ölümleri görülmektedir (Mer ve ark., 2000). Yaptığımız çalışmada tuz stresi sonucu bitkilerde değişen oranlarda sararma meydana gelirken, stres süresine bağlı olarak bitki ölümleri meydana gelmiştir. Tolerant olan genotipler daha küçük skala değeri alırken, tuz stresinden etkilenme derecesi arttıkça genotiplerin daha yüksek skala değerleri aldığı belirlenmiştir. Karanlık (2001), tuz stresi karşısında bitkilerde görülen nekroz ve klorozların, buğday genotiplerinin verim azalışları ile yakın bir korelasyon gösterdiğini, yapraklarda tuz stresi sonucu oluşan semptomların değerlendirilmesi ile oluşturulacak bir skalanın genotiplerin tuz stresine karşı duyarlılığı hakkında bilgi verebilecğini ifade etmiştir. Daşgan ve ark. (2002), domateste yaptıkları tuzluluk çalışmasında kullandıkları 1-5 skalasında, tuz stresinde daha az zararlanma gösteren genotiplerin daha düşük skala değeri aldıkları, buna karşılık Na birikminin artmasına bağlı olarak zararlanma oranının da arttığını ve genotiplerin yüksek skala değerini aldıklarını bildirmişlerdir. Kuşvuran ve ark. (2007b), kavunda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada skala değerlerinin tuza toleransın belirlenmesinde etkin bir parametre olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Bamyada yapılan bir kuraklık çalışmasında ise skala değerleri bakımından genotiplerin farklılıklar gösterdiği ve farklı puanlamalara sahip oldukları bildirilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2007a).

Çizelge 4.28. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde skala ortalamaları

Genotip	Tuzluluk	Kuraklık
2	3.50 b-d	3.75 cd
3	3.50 c-e	3.00 b-f
25	3.00 d-g	4.00 bc
40	4.75 ab	4.75 ab
52	3.75 b-d	2.75 e-g
69	3.25 c-f	3.75 cd
99	1.50 h-i	2.00 g-i
100	4.00 a-c	4.00 bc
107	3.25 c-f	2.50 d-f
130	2.50 fg	3.50 c-e
133	2.75 e-g	2.00 g-i
159	1.25 i	1.50 ij
179	2.50 fg	2.75 e-g
196	1.00 i	1.00 j
244	2.25 gh	2.75 e-g
252	5.00 a	5.00 a
272	3.75 b-d	2.75 e-g
280	2.25 fg	2.50 f-h
305	1.25 i	1.75 h-j
375	3.00 d-g	2.75 e-g
Ort	2.88	2.94
LSD	0.75	0.76

4.2.2. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Bitkilerde Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler

Toplam 20 adet kavun genotipi ile gerçekleştirilen ikinci tarama çalışmasında, tuz stresi genotiplerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur. Yeşil aksam yaş ağırlıkları bakımından tuz stresi koşullarında en yüksek ağırlık değerleri 159 (31.42 g/bitki) ve 244 (26.43 g/bitki) no'lu genotipler vermiştir. Stres koşulları altında en düşük yeşil aksam gelişimi ise 40 (17.91g/bitki) ve 252 (19.01 g/bitki) no'lu genotiplerde tespit edilmiştir. Genotiplerde tuz stresi karşısında kontrol bitkilerine oranla meydana gelen kayıplar açısından da değerlendirme

yapılmıştır. Buna göre tuz stresinden en az etkilenerek kontrollerine en yakın gelişim gösteren genotipler sırasıyla 196 (% 40.18), 179 (% 42.50), 133 (% 42.97), 159 (% 44.56) ve 99 (% 44.87) no'lu genotipler olmuştur. Kontrol bitkilerine oranla en fazla kaybın meydana geldiği ve dolayısıyla tuz stresinden en fazla etkilenen genotipler ise 272, 252, 107, 52 ve 100 no'lu genotipler olup, bu bitkilerde meydana gelen değişim % 58 ile % 68 oranlarında yer almıştır (Çizelge 4.29.).

Kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinde kontrol ve stres bitkilerinden alınan bitki örneklerinde yeşil aksam yaş ağırlık ölçümleri yapılarak Çizelge 4.29.'da verilmiştir. 9 gün devam eden kuraklık stresi kavun genotiplerinin yeşil aksam yaş ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre azalmasına neden olmuştur. Stres koşullarında en yüksek yaş ağırlık değerleri 196 (19.14 g/bitki) ve 159 (18.94 g/bitki) no'lu genotiplerde tespit edilmiştir. En düşük yaş ağırlık değeri ise 9.01 g/bitki ile 2 no'lu genotipte saptanmıştır. Bitkilerin kontrol bitkilerine göre % değişimleri göz önüne alındığında stresten en az etkilen genotipler sırasıyla 375 (% 33.58), 196 (% 34.68), 99 (% 36.49), 159 (% 36.63) ve 133 (% 42.96) no'lu genotipler olmuştur. Kuraklık stresi karşısında en yüksek % değişimlerin görüldüğü genotipler ise 40 (% 62.95), 252 (% 60.23) ve 69 (% 57.69), 100 (% 54.07) ve 25 (% 53.19) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

Genotiplerin tuz ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam yaş ağırlıklarının azaldığı belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stres etkileri karşılaştırıldığında genel tarama çalışmasında elde edilen bulgularda olduğu gibi tuz stresi koşullarında meydana gelen azalmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde tuz stresinde meydana gelen % değişimler, % 52.22 olurken kuraklık stresi koşullarında bu oran % 48.04 olarak saptanmıştır.

200 mM NaCl uygulanan ve uygulanmayan bitkiler, yeşil aksam kuru ağırlık değişimleri bakımından da incelenmiş olup genotipler arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Genel olarak yeşil aksam kuru ağırlık değerlerinin tuz stresi karşısında azaldığı saptanmıştır. 159, 196, 99, 179 ve 130 no'lu genotiplerin kontrollerine göre % kayıpları % 48-53 arasında değişmiştir. Stres koşullarından en fazla etkilenen genotiplerin % 60.76 ile 252; % 58.90 ile 272; % 56.51 ile 3 ve % 56.49 ile 100 no'lu genotipler olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30.)

Çizelge 4.29. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	42.45 b-e	21.36 c-f	-49.68	17.77 d	9.01 g	-49.30
3	48.60 a-e	2351 b-e	-51.63	21.03 b-d	10.40 e-g	-50.55
25	49.67 a-e	25.41 b-d	-48.84	21.13 b-d	9.89 g	-53.19
40	39.92 de	17.91 f	-55.14	28.45 a-d	10.54 e-g	-62.95
52	53.07 ab	21.66 c-f	-59.19	26.47 a-d	14.28 b-e	-46.05
69	53.48 ab	23.70 b-e	-55.68	32.19 ab	13.62 c-f	-57.69
99	46.47 a-e	25.62 bc	-44.87	28.50 a-d	18.10 ab	-36.49
100	56.05 a	23.58 b-e	-57.93	33.88 a	15.56 a-d	-54.07
107	52.32 a-c	21.42 c-f	-59.06	30.13 a-d	17.16 a-c	-43.05
130	50.67 a-d	22.80 b-e	-55.00	27.10 a-d	13.58 c-f	-49.89
133	41.28 c-e	23.54 b-e	-42.97	28.21 a-d	16.09 a-c	-42.96
159	56.67 a	31.42 a	-44.56	29.89 a-d	18.94 a	-36.63
179	38.47 e	22.10 b-f	-42.55	33.29 ab	15.64 a-d	-53.02
196	43.36 b-e	25.94 bc	-40.18	29.30 a-d	19.14 a	-34.68
244	51.76 a-c	26.43 b	-48.94	25.70 a-d	13.57 c-f	-47.20
252	47.67 a-e	29.01 ef	-60.12	30.50 a-c	12.13 d-g	-60.23
272	55.06 a	20.74 d-f	-62.33	26.03 a-d	12.26 d-g	-52.90
280	52.94 ab	23.45 b-e	-55.70	26.04 a-d	13.50 c-f	-48.16
305	47.35 a-e	21.32 c-f	-54.97	26.41 a-d	13.67 c-f	-48.24
375	45.22 a-e	20.34 ef	-55.02	19.30 cd	12.82 d-g	-33.58
Ort.	48.62	23.06	-52.22	27.07	14.00	-48.04
LSD $_{(\%5)}$	11.49	4.76		12.69	4.23	

Kuraklık stresi kavun bitkilerinin kuru madde içeriğinde de azalmaya neden olmuştur. Kontrol bitkilerinin kuru ağırlık değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak bir fark ortaya çıkmamasına rağmen, genotiplerin kuraklık stresine farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Kuru madde içeriği bakımından % değişimin en az gerçekleştiği genotipler 196 (% 16.02), 244 (% 36.28), 159 (% 39.77), 305 (% 42.13) ve 179 (% 43.06) şeklinde sıralanmıştır. Kuraklık stresinden yüksek düzeyde etkilenerek, kontrol bitkilerine göre yeşil aksam kuru ağırlığında en yüksek % değişimlerin meydana geldiği genotiplerin ise 252 (% 67.01), 3 (% 64.79), 40 (% 60.53), 52 (% 60.42) ve 272 (% 60.38) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30.).

Yeşil aksam kuru ağırlıkları bakımından incelenen kavun genotiplerinin tuz stresinden daha fazla etkilendiği görülmüştür. 200 mM NaCl uygulaması karşısında

genotiplerin ortalama % değişim oranı % 54.50 olurken, kuraklık stresi koşullarında bu oran % 49.03 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam kuru ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	5.41 b	1.47 f	-54.34	2.36 ab	0.97 ef	-58.90
3	6.30 ab	1.74 b-f	-56.51	2.13 b	0.75 f	-64.79
25	6.26 ab	1.89 b-e	-53.83	2.28 ab	1.06 c-f	-53.51
40	5.61 ab	1.52 ef	-55.08	3.04 ab	1.20 b-f	-60.53
52	6.23 ab	1.72 b-f	-56.34	3.36 a	1.33 b-e	-60.42
69	6.38 ab	1.94 a-e	-53.92	3.04 ab	1.56 b-d	-48.68
99	6.01 ab	1.96 a-d	-50.75	2.94 ab	1.61 a-c	-45.24
100	6.78 a	1.95 a-d	-56.49	3.13 ab	1.65 ab	-47.28
107	6.08 ab	1.77 b-f	-54.44	2.76 ab	1.47 b-e	-46.38
130	6.23 ab	1.91 b-e	-53.29	2.71 ab	1.42 b-e	-47.60
133	5.68 ab	1.56 d-f	-54.93	2.87 ab	1.46 b-e	-49.13
159	6.48 ab	2.34 a	-48.46	2.64 ab	1.59 b-d	-39.77
179	6.45 ab	2.13 ab	-51.47	2.22 b	1.58 b-d	-43.06
196	6.09 ab	2.04 a-c	-50.08	2.56 ab	2.15 a	-16.02
244	6.62 a	2.03 a-c	-54.23	2.26 ab	1.44 b-e	-36.28
252	6.04 ab	1.37 f	-60.76	2.94 ab	0.97 ef	-67.01
272	6.52 ab	1.68 c-f	-58.90	2.65 ab	1.05 d-f	-60.38
280	6.69 a	2.08 a-c	-53.96	2.63 ab	1.32 b-e	-49.81
305	6.27 ab	1.77 b-f	-55.82	2.35 ab	1.36 b-e	-42.13
375	6.14 ab	1.68 c-f	-56.35	2.89 ab	1.63 ab	-43.60
Ort.	6.21	1.83	-54.50	2.72	1.38	-49.03
$LSD_{(\%5)}$	1.19	0.42		1.13	0.54	

Özel tarama çalışması olarak nitelendirilen ikinci tarama çalışmasında, tuz ve kuraklık stresleri altındaki bütün genetiplerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Görsel skala değerleri dikkate alındığında ilk tarama çalışmasında olduğu gibi yüksek skala değerine sahip olan genotiplerin daha düşük yaş ve kuru ağırlık değerlerine sahip olduğu, kontrol bitkilerine oranla ise daha yüksek % değişimler oluşturdukları saptanmıştır. Greenway ve Munns (1980), tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin, en önemli farklılıklarının bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalma ile ortaya çıktığını ifade etmiştir. Lacerda ve ark. (2003), sorgumda yaptıkları bir çalışmada tuz

stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, bu değişimin tuza hassas olan genotiplerde daha hızlı gerçekleştiğini ifade etmiştir. Debouba ve ark. (2006), domateste tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bitkilerin kuru ağırlık değerlerinde azalma meydana geldiğini ifade ederken, Trajkova ve ark. (2006), NaCl uygulamalarının bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız ikinci tuzluluk çalışmasında, tolerant olarak seçilen genotiplerin stres koşullarında özellikle Na iyonunun toksik etkisini elimine ederek kontrol bitkilerine yakın gelişim gösterdikleri belirlenirken, hassas genotiplerin yapılan ikinci çalışmada da kontrol bitkilerine oranla % değişimlerinin üst sınırlarda olduğu saptanmıştır. Zörb ve ark. (2004) mısırda, Kaymakanova ve Stoeva (2008) fasulyede, Meloni ve ark. (2009) pamukta yaptıkları çalışmalarda tuz stresinin bitki gelişimini engelleyerek, yaş ve kuru ağırlıklarda azalmaya neden olacağını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermiştir.

Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresi de çalışmada kullanılan kavun genotiplerinin yaş ve kuru ağrılık değerlerinin azalmasına yol açmıştır. Genel olarak tuz stresinde tolerant olduğu görülen genotiplerin kuraklık stresi karşısında da tolerans derecelerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Kuraklık stresinin ilk olumsuz etkileri büyüme ve gelişmede meydana gelen olumsuzluklardır. Su noksanlığı karşısında hücre bölünmesi ve büyümesinde meydana gelen azalma, karbon ve azot metabolizmalarında oluşan değişimler, bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerlerinin de azalmasına neden olmaktadır (Kluge, 1976; Bertamini ve ark., 2006). Farklı PEG konsantrasyonlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde artan PEG dozu bitkilerin yaş ağırlıklarında % 27-42 oranlarında azalmaya neden olurken; kuru ağırlıklarında % 11-20 oranında bir azalmaya yol açmıştır (Fernandez-Conde ve ark., 1998). Abdalla ve El-Khoshiban (2007), kuraklık stresinin buğdayda yaş ağırlık değerlerinin hassas olan genotipte % 85 oranında azaldığını belirtmiş, Rao ve ark. (2008), kuraklık stresinde fotosentezde meydana gelen azalmanın kuru madde verimini de azalttığını vurgulamıştır. Martinez ve ark. (2007) fasulyede, Sankar ve ark. (2008), bamyada, Ayaş ve Demirtaş (2009) hıyarda yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. İkinci tarama

çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlar da araştırıcıların sonuçları ile paralellik göstermiştir.

4.2.3. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Gövde Çapında Ortaya Çıkan Değişimler

200 mM NaCl uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda yetiştirilen kavun genotiplerinde gövde çapında meydana gelen değişimler incelenmiş ve istatistiksel gruplandırmaları ile birlikte Çizelge 4.31.'de verilmiştir. Tuz stresi kavun genotiplerinin gövde çapında azalmalara neden olmuştur. Tuz uygulaması karşısında kavun genotiplerinde en yüksek gövde çapı, 4.25 (mm/bitki) ile 159 ve 4.27 (mm/bitki) ile 130 no'lu genotiplerde belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkilerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimler incelendiğinde, kontrol bitkilerine en yakın gelişim 159 (% 35.51), 130 (% 37.21), 69 (% 38.04), 196 (% 38.78) no'lu genotiplerde görülmüştür. NaCl uygulaması karşısında kontrol bitkilerine göre en fazla değişim gösteren ve gövde çapı bakımından tuz stresinden yüksek düzeyde etkilenen genotipler ise sırasıyla 40 (% 56.15), 52 (% 51.25), 252 (% 49.03) ve 133 (% 45.41) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresi, tuz stresinde olduğu gibi gövde çapı yönünden azalmaya sebep olmuştur. Genel tarama çalışması sonucunda belirlenen 20 adet genotip içerisinde gövde çapı oluşumu bakımından genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Su eksikliğinde en yüksek gövde çapı 280 ve 196 (4.46 ve 4.25 mm/bitki) no'lu genotiplerde belirlenmiştir. En düşük değerler ise 2.34 (mm/bitki) değeri ile 2 no'lu genotip ve istatistiksel grup içerisinde yer alan 25 (2.43 mm/bitki) no'lu genotip olmuştur. Kuraklık stresi altında yetiştirilen genotipler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında 280, 305, 159 ve 196 no'lu genotiplerin en az kaybın gerçekleştiği genotipler olduğu belirlenmiştir. Bu genotiplerde meydana gelen kayıplar % 4.5 ile % 13.09 arasında gerçekleşmiştir. Su eksikliğinden en fazla etkilenerek % değişimin en yüksek olduğu genotipler ise sırasıyla 52 (% 53.48), 40 (% 32.59), 3 (% 31.99) ve 2 (% 29.73) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresinin gövde çapında oluşturduğu etkiler karşılaştırıldığında genotiplerin tuz stresi nedeniyle gövde çapında meydana gelen kayıpların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında % değişim oranı % 43.23, kuraklık stresinde ise % 22.03 olmuştur (Çizelge 4.31.).

Çizelge 4.31. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde gövde çapı ortalamaları (mm/bitki)

	Tuzluluk			**Kuraklık**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	6.57 bc	3.60 a-e	-45.21	3.33 f	2.34 f	-29.73
3	6.22 b-e	3.52 a-f	-43.41	4.22 a-f	2.87 c-f	-31.99
25	5.44 e-g	2.90 e-g	-46.69	3.29 f	2.43 f	-26.13
40	5.36 fe	2.35 g	-56.16	4.05 b-f	2.73 d-f	-32.59
52	5.68 d-g	2.77 g	-51.23	5.16 a	2.40 f	-53.49
69	6.73 ab	4.17 a-c	-38.04	4.73 a-d	3.92 a-d	-17.12
99	5.23 g	2.98 e-g	-43.02	4.04 c-f	3.20 b-f	-20.79
100	7.52 a	4.24 ab	-43.62	4.10 a-f	3.34 a-f	-18.54
107	6.01 b-g	3.64 a-e	-39.43	4.81 a-d	3.81 a-e	-20.79
130	6.80 ab	4.27 a	-37.21	4.46 a-e	3.39 c-e	-23.99
133	5.77 c-g	3.15 d-g	-45.41	3.99 b-f	3.22 b-f	-19.30
159	6.59 bc	4.25 ab	-35.51	4.61 a-e	4.05 a-c	-12.15
179	6.04 b-g	3.46 b-f	-42.72	4.90 ab	4.04 a-c	-17.55
196	6.24 b-e	3.82 a-d	-38.78	4.89 a-c	4.25 ab	-13.09
244	5.77 c-g	3.25 d-f	-43.67	3.76 d-f	2.71 ef	-27.93
252	6.20 b-f	3.16 d-f	-49.03	3.81 c-f	3.01 c-f	-21.00
272	6.47 b-d	3.86 a-d	-40.34	4.11 a-f	2.99 c-f	-27.25
280	5.83 c-g	3.40 c-f	-41.68	4.67 a-e	4.46 a	-4.50
305	5.31 g	3.19 d-f	-39.92	3.64 ef	3.46 a-f	-4.95
375	6.23 b-e	3.52 a-f	-43.50	4.72 a-e	3.88 a-e	-17.80
Ort.	6.10	3.48	-43.23	4.26	3.33	-22.03
LSD (%5)	0.84	0.80		1.08	1.20	

Tuz ve kuraklık stresi bitki büyüme ve gelişmesinde azalmaya neden olurken, gövde çapı bakımından da kontrol bitkilerine oranla kayıplara yol açmıştır. Tuz stresi iyon toksisitesi ve su eksikliği nedeniyle bitki büyüme ve gelişmesinde de değişimlere ve azalmalara neden olmaktadır. Neves ve ark. (2004), tuz stresi karşısında bitki çapında azalmalar meydana gelebileceğini, ancak stres etkisinin çap gelişiminde, bitki boyu ve yaprak sayısına oranla daha az etkili olduğunu ifade etmiştir. Lacerda ve ark. (2003), sorgumda tuz stresinin gövde gelişimini azalttığını

vurgulamıştır. Takagi ve ark. (2009) domateste tuz stresinin bitki gelişiminde olumsuzluklara neden olduğunu, bitki çapında da azalmaya yol açtığını bildirmiştir. Berbstain ve ark. (2001) de avakado da; Silva ve ark. (2008) umbu bitkisinde tuz stresinin gövde çapında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık stresi fotosentez gibi metabolik ve biyokimysal olaylarda aksamalara neden olurken, bitki gelşiminde olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Morinaga ve Sykes (2001) ise tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen mandarin bitkisinde, her iki stresin de gövde çapında kontrol bitkilerine oranla azalma meydana getirdiğini, tuz ve kuraklık stresinin ise aynı etkileri oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Urban ve ark. (1994), gülde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi sonucu bitki su içeriğinde meydana gelen değişimin gövde çapında da azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir.

Nezami ve ark. (2008) ise % 60 ve % 30 tarla kapasitesinde sulanan ayçiçeği bitkilerinde gövde çapında meydana gelen azalmanın % 20 ile % 46 oranında gerçekleştiğini, kuraklık etkisinin diğer büyüme parametrelerinde olduğu gibi bitki gövde çapında da azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgular araştırıcıların sonuçları ile de uyum göstermiştir.

Ohashi ve ark. (2009), soyada kuraklığın yaprak su potansiyelinde meydana gelen azalma ile fotosentez oranın da azaldığını, ancak stres süresince asimilasyon ürünlerinin gövdede depolanarak bu kısımda korunduğunu ifade etmiş, bu nedenle kuraklık stresinde bitki çapında artış olabileceğini vurgulamıştuır.

4.2.4. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Gövde Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen 20 adet farklı kavun genotipinde ve kontrol bitkilerinde, stres sonunda bitki boyları ölçülerek meydana gelen değişimler Çizelge 4.32.'de verilmiştir. Bitki boyları tuz stresi altında kontol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Tuz stresi uygulanan genetipler içerisinde en yüksek bitki boyu 37.80 cm/bitki değeri ile 305 no'lu genotipte, en düşük bitki boyu ise 2 (12.83 cm/bitki)

no'lu genotipte belirlenmiştir. Genotiplerin kontrol bitkilerine oranla bitki boyunda meydana gelen % değişimler incelendiğinde, genel olarak birinci tarama çalışması ile uyum gösterdikleri tespit edilmiştir. Stres koşullarında kontrol bitkilerine en yakın gelişme göstererek en düşük % değişimin gerçekleştiği genotipler sırasıyla 280 (% 14.45), 159 (% 23.93), 196 (% 36.25), 179 (% 36.42) ve 133 (% 38.13) no'lu genotipler olmuştur. 200 mM NaCl uygulamasından en fazla etkilenerek en yüksek % değişim gösteren genotipler ise 272 (% 69.71), 375 (% 69.44), 252 (% 68.28), 52 (% 64.65) ve 100 (% 62.29) no'lu genotiplerdir.

Kuraklık stresinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla tekrarlanan tarama çalışmasında, genel tarama çalışmasında olduğu gibi kuraklığın bitkilerde bitki boyunu sınırlandırıcı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Kurak koşullarda bu sınırlandırıcı etkiyi en aza indirerek kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotipler 280 (% 9.89), 159 (% 26.09), 196 (% 21.09), 107 (% 27.93) ve 133 (% 28.67) no'lu genotipler olmuştur. Su stresi karşısında % değişimin en fazla görüldüğü genotipler ise 25 (% 60.11), 252 (% 59.41), 3 (% 56.49), 2 (% 49.17), 375 (% 46.45), 40 (% 46.45) no'lu genotiplerdir (Çizelge 4.32)

Bitki boyu tuz ve kuraklık stresi sonucunda azalma eğilimi göstermiştir. Ancak meydana gelen bu değişim tuz stresi koşullarında daha yoğun görülmüştür. Tuzluluk karşısında ortaya çıkan % değişim, % 49.65 olarak tespit edilmiş, kuraklık stresinde ise % 44.73 oranında olduğu saptanmıştır.

Tuzluluk, hücre vakuolasyonun artması nedeniyle gövde apikal meristem yapısındaki bozulma ile meristem boyutunda küçülmeyi meydana getirmektedir. Bunun sonucu olarak tuz stresi koşullarında meristem boyutu azalırken, hassas genotipler bu etkiden daha fazla etkilenmektedir (Mahmoodzadeh ve ark., 2007). Tuz ve kuraklık stresi çalışmada kullanılan 20 farklı kavun genotipinin bitki boyunda kontrol bitkilerine oranla azalmaya neden olmuştur. Yaşar (2003), 150 mM NaCl uygulamasının patlıcan genotiplerinde sürgün uzamasını azalttığını ifade ederken, Qasım ve ark. (2004) ,tuz stresinin kanolada bitki boyunu engelleyici etkisi olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.32. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde bitki boyu ortalamaları (cm/bitki)

	Tuzluluk			Kuraklık		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	29.48 g	12.83 f	-56.49	24.00 hi	12.20 j	-49.17
3	52.20 b-f	24.08 b-e	-53.88	30.80 c-i	13.40 j	-56.49
25	69.53 ab	32.63 a-c	-53.07	35.60 c-f	14.20 i-j	-60.11
40	44.55 c-g	18.23 d-f	-59.09	37.80 a-e	20.40 d-h	-46.03
52	48.38 b-f	17.10 ef	-64.65	30.00 f-i	18.00 f-i	-40.00
69	58.50 a-d	26.33 b-e	-55.00	45.40 a	25.80 bc	-43.17
99	41.85 c-g	22.50 de	-46.24	30.40 e-i	18.40 e-i	-39.47
100	53.10 b-f	20.03 d-f	-62.29	40.20 a-c	22.80 c-e	-43.28
107	42.75 c-g	17.10 ef	-60.00	22.20 i	16.00 h-j	-27.93
130	55.80 a-e	27.23 b-d	-51.21	39.80 a-e	23.80 cd	-40.20
133	36.00 e-g	22.28 d-f	-38.13	30.00 f-i	21.40 c-f	-28.67
159	42.20 c-g	32.10 ab	-23.93	34.80 c-f	29.20 b	-16.09
179	33.98 fg	21.60 d-f	-36.42	31.80 b-h	18.80 e-h	-40.88
196	36.00 e-g	22.95 de	-36.25	25.60 g-i	20.20 d-h	-21.09
244	51.75 b-f	24.98 b-e	-51.74	30.60 d-i	20.80 d-g	-32.03
252	60.30 a-d	19.13 d-f	-68.28	40.40 ab	16.40 g-j	-59.41
272	61.65 a-c	18.68 d-f	-69.71	28.80 f-i	16.40 g-j	-43.06
280	38.93 d-g	33.30 ab	-14.45	36.40 a-f	32.80 a	-9.89
305	76.95 a	37.80 a	-50.88	40.00 a-d	22.80 c-e	-43.00
375	75.83 a	23.18 c-e	-69.44	36.60 a-f	19.60 d-h	-46.45
Ort.	54.42	25.20	-49.65	33.56	20.17	-44.73
LSD (%5)	23.84	10.61		11.97	5.73	

Murkute ve ark. (2006), tuz stresinin su eksikliği nedeniyle bitki gelişiminde azalmaya neden olabileceğini, Citrus'ta yüksek tuz konsantrasyonlarının bitki büyüklüğünde azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Tuz stresine karşı tepkilerini incelediğimiz 20 kavun genotipine ait bitki boyu değerleri, tuzlu ortamda yetiştirilen kavun bitkilerinin yüksek NaCl karşısında bitki gelişiminde azalmalar meydana geldiğini, bitki boyu bakımından da kontrol bitkilerne göre kayıpların ortaya çıktığını göstermiştir. Elde edilen sonuçlar Tozlu ve ark. (2000)'de *Poncirus trifoliata*'da, Kuşvuran ve ark. (2006)'da bamyada, Kaymakanova ve Stoeva (2008)**,** fasulyede elde ettikleri bulgular ile paralellik göstermiştir.

Khalilvand Behrouzyar (2007), ayçiçeğinde kuraklık stresinin bitki boyunda azalmaya neden olduğunu ifade etmiş, Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde su stresinin ilk belirtisinin yetersiz sürgün oluşumu ve daha az uzama ile kendini

gösterdiğini, kurak koşullarda yetiştirilen karpuz genotiplerinde bitki boyu bakımından azalmalar görüldüğünü vurgulamıştır. Nouri-Ganbalani ve ark. (2009), kuraklık stresi altında yetiştirdikleri buğday genotiplerinin bitki boyunda kontrol bitkilerine göre azalmalar meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Asraf ve Iram (2005), Yin ve ark. (2005), Abdalla ve El-khoshiban (2007) tarafından bildirilen sonuçlarla da uyum göstermiştir.

4.2.5. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Kök Yaş ve Kuru Ağırlıklarında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi karşısında bitki kök yaş ağırlık değerlerinde ortaya çıkan değişimler belirlenerek Çizelge 4.33'te gösterilmiştir. 200 mM tuz uygulanan kavun bitkilerinde kök yaş ve kuru ağırlık değerlerinin kontrol bitkilerine oranla değişen oranlarda azaldığı ortaya çıkmıştır. Stres koşullarında en yüksek kök yaş ağırlığı 5.21 g/bitki değeri ile 159 no'lu genotipte ortaya çıkarken bunu 99 (3.98 g/bitki) ve 272 (3.69 g/bitki) no'lu genotipler izlemiştir. En düşük kök yaş ağırlığı ise 0.99 (g/bitki) ile 2 no'lu genotipte saptanmıştır. Tuz stresi altında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine göre oluşturdukları % değişimler dikkate alındığında stres koşullarından en az etkilenen genotiplerin 196 (% 27.38), 159 (% 30.07), 99 (% 32.12), 375 (% 32.86) ve 305 (% 38.75) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Yine 200 mM NaCl uygulamasında kök yaş ağırlığı bakımından en fazla etkilenen genotipler 2 (% 80.27), 100 (% 76.07), 107 (% 71.90), 40 (% 70.68) ve 133 (% 69.97) no'lu genotipler olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.33.).

Kuraklık stresi, bitki kök yaş ağırlıkları bakımından azalmaya neden olmuştur. Kurak koşullarında yetiştirilen kavun genotipleri içerisinde en yüksek kök yaş ağırlık değerleri 159 (4.83 g/bitki), 305 (4.35 g/bitki) ve 99 (4.05 g/bitki) no'lu genotiplerde belirlenmiştir. En düşük kök yaş ağırlık bulguları ise 100 (1.30 g/bitki), 40 (1.96 g/bitki) ve 130 (2.08 g/bitki) no'lu genotiplerden elde edilmiştir. Su stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan % değişim oranları incelendiğinde, stres karşısında en düşük % değişim göstererek kontrol bitkilerine yakın bir gelişme ortaya koyan genotipler 280 (%

9.52), 159 (% 13.44), 305 (% 15.45), 375 (% 15.63) ve 305 (% 15.69) no'lu genotiplerdir. Kuraklık stresinin en fazla etkilediği ve bu nedenle en yüksek % değişimin meydana geldiği genotipler ise 52 (% 65.65), 3 (% 64.46), 69 (% 58.04), 130 (% 57.04) ve 100 (% 50.65) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.33.).

Çizelge 4.33. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	5.01 b-e	0.99 ij	-80.27	5.12 b-f	3.11 c-g	-39.34
3	4.15 de	1.45 ij	-65.02	10.75 a	3.82 a-e	-64.46
25	6.34 a-d	2.93 b-g	-53.84	5.61 b-e	3.74 b-e	-33.25
40	6.51 a-d	1.91 g-j	-70.68	3.66 fg	1.96 hi	-46.51
52	6.47 a-d	3.06 b-f	-52.76	6.63 bc	2.28 f-i	-65.65
69	6.48 a-d	3.12 b-e	-51.88	6.91 b	2.90 d-h	-58.04
99	5.87 a-d	3.98 b	-32.12	6.33 b-d	4.05 a-c	-36.02
100	6.89 a-c	1.65 h-j	-76.07	2.63 g	1.30 i	-50.65
107	6.87 a-c	1.93 f-j	-71.90	3.39 fg	2.36 f-h	-30.59
130	6.32 a-d	2.60 c-h	-58.84	4.84 c-f	2.08 g-i	-57.04
133	6.60 a-d	1.98 f-j	-69.97	3.98 e-g	2.23 f-i	-44.01
159	7.46 ab	5.21 a	-30.07	5.58 b-e	4.83 a	-13.44
179	5.46 b-e	3.58 bc	-34.40	3.92 e-g	2.42 f-h	-38.38
196	4.55 c-e	3.31 b-d	-27.38	4.80 c-f	3.93 a-d	-18.12
244	5.01 b-e	2.20 d-i	-55.99	4.56 d-f	2.81 e-h	-38.38
252	5.51 b-e	2.08 e-j	-62.21	5.13 b-f	3.11 c-g	-39.43
272	8.22 a	3.69 bc	-55.08	4.75 c-f	4.01 a-c	-15.63
280	5.15	2.06 e-j	-59.97	3.57 fg	3.23 c-f	-9.52
305	4.26de	2.61 c-h	-38.75	5.16 b-f	4.35 ab	-15.69
375	3.24 e	2.17 d-i	-32.86	4.40 d-f	3.72 b-e	-15.45
Ort.	5.82	2.62	-54.00	5.09	3.11	-36.48
LSD $_{(\%5)}$	3.35	1.49		2.63	1.06	

Tuz ve kurak streslerinin kök yaş ağırlıklarında meydana getirdiği değişim incelendğinde genotiplerin tuz stresinden daha fazla etkilendiği, ortalama % değişim tuzlulukta % 54.00 olurken, kuraklık stresinde bu etkinin % 36.48 düzeyinde bir kayıpla oluştuğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33.).

Tuz stresi genel tarama çalışmasında olduğu gibi, 20 kavun genotipi ile gerçekleştirilen özel tarama çalışmasında da kök kuru ağırlıklarında kayıplara neden olmuştur. Kök kuru ağırlıkları incelenen genotipler içerisinde kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotipler 196 (% 14.55), 99 (% 23.64), 159 (% 29.87), 179

(% 30.65) ve 305 (% 35.42) no'lu genotiplerdir. Yine tuz stresinden en fazla etkilenerek kontrol bitkilerine göre yüksek oranda % değişim gösteren genotipler sırasıyla 25 (% 77.78), 2 (% 77.67), 52 (% 74.23) ve 100 (5 74.19) ve 40 (% 73.85) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.34.)

Su eksikliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık stresi bitkilerin kök kuru ağırlıklarında da azalmaya sebep olmuştur (Çizelge 4.34). Suyun yeterli olmadığı ve etkin bir gelişme gösteremeyen kavun genotipleri içerisinde en fazla kök kuru madde içeriği 0.79 g/bitki ile 196 no'lu genotipte belirlenmiştir. Su stresi karşısında en düşük kök kuru ağırlığı aynı istatistiksel grup içerisinde yer alan 305, 252, 100 ve 375 no'lu (0.27-0.28 g/bitki) genotiplerde saptanmıştır. Kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin kontrol bitkilerine oranla meydana gelen değişimleri yönünden stresten en az etkilen genotipler 179 (% 24.64), 130 (% 25.81), 69 (% 26.87), 196 (% 28.57) ve 244 (% 30.51) no'lu genotipler olurken, kök kuru ağırlık değerleri açısından stresin en belirgin ortaya çıktığı genotiplerin 252 (% 68.57), 100 (% 56.45), 3 (% 56.20), 2 (% 53.19) ve 25 (% 51.95) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlıklarda ise yine tuz stresinin kök üzerinde toksik etkisinin kuraklık stresine göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Tuz stresinde genotipler ortalaması 0.29 g/bitki olmasına karşın, kuraklık stresinde oluşan kuru madde içeriğinin 0.45 g/bitki olduğu belirlenmiştir. Kök yaş ağırlıklarında meydana gelen % değişimlerde olduğu gibi kök kuru ağırlıklarında da tuz stresinin engelleyici etkisinin daha fazla olduğu genotipler ortalamasında % 58.13 oranında bir kaybın gerçekleştiği ancak kuraklık stresinde bu oranın % 40.42 düzeyinde kaldığı ortaya çıkmıştır.

Tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen 20 adet kavun genotipine ait kök yaş ve kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Yaptığımız çalışmada kavun bitkilerinin birinci tarama çalışmasında olduğu gibi yeşil aksam kısmında stresin daha etkili olduğu ve kök bölgesinden daha fazla zararlanmanın oluştuğu saptanmıştır. Tuz stresi karşısında yeşil aksamda meydana gelen zararlanmanın kök kısmına oranla daha fazla olduğu daha önce yapılan çalışmalarla

da desteklenmektedir (Termaat ve Munss, 1986; Cruze ve Cuartero, 1990). Carvajal ve ark. (2000), tuz stresinin kavunda kök gelişimini engellediğini bildirmiştir.

Çizelge 4.34. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök kuru ağırlık ortalamaları (cm/bitki)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	1.03 a	0.23 de	-77.67	0.94 b-d	0.44 c-e	-53.19
3	0.71 b-f	0.21 ef	-70.42	1.37 a	0.60 a-c	-56.20
25	0.81 a-e	0.18 e	-77.78	0.77 b-f	0.37 de	-51.95
40	0.65 c-f	0.17 e	-73.85	0.69 c-f	0.39 de	-43.48
52	0.97 ab	0.25 de	-74.23	0.79 b-f	0.47 b-e	-40.51
69	0.71 b-f	0.30 c-e	-57.75	0.87 b-e	0.49 b-d	-43.67
99	0.55 ef	0.42 a-c	-23.64	1.02 a-c	0.67 ab	-34.31
100	0.93 a-c	0.24 de	-74.19	0.62 c-f	0.27 de	-56.45
107	0.74 b-f	0.22 e	-70.27	0.87 b-e	0.44 c-e	-49.43
130	0.72 b-f	0.19 e	-73.61	0.62 c-f	0.46 c-e	-25.81
133	0.88 a-d	0.28 e	-68.18	0.60 c-f	0.40 c-e	-33.33
159	0.77 a-e	0.54 a	-29.87	1.12 ab	0.74 a	-33.93
179	0.62 d-f	0.43 a-c	-30.65	0.69 c-f	0.52 b-d	-24.64
196	0.55 ef	0.47 ab	-14.55	1.12 ab	0.80 a	-28.57
244	0.69 c-f	0.29 c-e	-57.97	0.59 d-f	0.41 c-e	-30.51
252	0.86 a-d	0.30 c-e	-65.12	0.87 b-e	0.27 e	-68.97
272	0.85 a-d	0.37 b-c	-56.47	0.65 c-f	0.43 c-e	-33.85
280	0.69 b-f	0.23 de	-66.67	0.52 d-f	0.35 de	-32.69
305	0.48 f	0.31 c-e	-35.42	0.44 f	0.27 e	-38.64
375	0.56 ef	0.20 e	-64.29	0.51 ef	0.28 e	-45.10
Ort.	0.74	0.29	-58.13	0.77	0.45	-40.42
$LSD_{(\%5)}$	0.28	0.15		0.43	0.21	

Bamyada tuz stresinin toksik Na ve Cl iyonları nedeniyle bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesinden dolayı kök taze ve kuru ağırlıklarında kayıplar meydana geldiği, bu kayıpların ise tolerant olan genotiplerde daha düşük düzeyde gerçekleştiği bildirlmiştir (Asraf ve ark., 2003). Dadkhah ve Grrrifiths (2006), yüksek tuz konsantrasyonlarının şeker pancarında kök gelişimini engellediğini, 250 ve 350 mM tuz seviyelerinde kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre % 23.3 ile % 89.8 oranında azaldığını ifade etmiştir. Adavi ve ark. (2007) ise artan tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Kuraklık stresinin bitki gelişimini engellediği birçok araştırıcı tarafından da saptanmıştır. % 60 kısıtlı sulamanın, kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalara neden olduğu bildirilirken (Asraf ve Iram, 2005); Güneş ve Aktaş (2008), su kısıtlılığının bitkinin fizyolojik yaşamını olumsuz yönde etkilediğini ifade etmiş, su stresinin mısırda kök gelişimini engellediğini vurgulamışlardır. Ohashi ve ark. (2009), soya fasulyesinde kuraklığın bitki gelişimini azalttığını, gövde kuru ağırlığında olduğu gibi kök kuru ağırlığında da azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir. 20 farklı kavun genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık çalışmasında elde edilen sonuçlar araştırıcıların bulguları ile de desteklenmektedir.

Vijayalakshmi ve Nagarajan (1994), kuraklığa dayanıklı olan genotiplerin daha fazla kök oluşturduklarını; Yi ve ark. (2005) ise su noksanlığının erken gelişim aşamasında *Populus cathayana* Rehd (kavak) ve *Populus przewalskii maximowicz* (kavak) çeşitlerinde kök gelişimini artırdığını ifade etmiştir

4.2.6. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Kök/Yeşil Aksam Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin stres koşullarında kök/yeşil aksam oranları ve kontrollerine göre değişimleri Çizelge 4.35. ve 4.36.'da verilmiştir.

Tuz stresi altında genotiplerin yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları bakımından kontrol bitkilerine oranla azalmalar meydana gelmiştir (Çizelge 4.35). Ancak kök/yeşil aksam yaş ağırlıkları incelendiğinde, genotiplerde yeşil aksam bölgesinde zararlanmanın gerçekleştiği görülmüş, bu nedenle kontrol bitkilerine oranla artışlar belirlenmiştir. Kök gelişiminin gövdeye oranla daha fazla olduğu genotipler 375 (% 159.72), 305 (% 118.89), 179 (% 97.08), 272 (% 93.33) ve 52 (% 84.43) no'lu genotipler olurken, gövde gelişiminin daha fazla gerçekleştiği genotipler 2 (% 35.90), 133 (% 24.69), 100 (% 12.30) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresinde ise genotiplerin yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranları stres koşullarında artış göstermiştir. Tuz stresinde olduğu gibi genotiplerin kurak koşullarda en fazla etkilenen kısmının yeşil aksam olduğu görülmüştür. Genotiplerin

kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu oluşturulan % değişimler gözönüne alındığında 272 (% 374.05), 280 (% 266.14), 305 (% 216.36) ve 252 (% 138.42) no'lu genotipler gelişimlerini kök yönünde gerçekleştirirken; 40 (% 32.89) ve 52 (% 12.22) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine göre azalma meydana gelmiş, gelişim daha çok yeşil aksam kısmında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.35.).

Yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranları tuz ve kuraklık stresinde farklı şekillerde bir gelişim göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi koşullarında genotiplerin çoğunlukla yeşil aksam bölgesinde zararlanmanın meydana geldiği görülmüştür. Yaş ağırlık kök/gövde oranları dikkate alındığında genel olarak kuraklık stresi koşullarında % değişimin daha fazla gerçekleştiği (% 95.26), tuz stresinde ise bu oranın % 51.92 olduğu tespit edilmiştir.

Tuz stresi karşısında kök/yeşil aksam kuru ağırlıkları incelenen genotipler içerisinde 196 (% 161.11), 99 (% 135.87), 305 (% 129.87), 179 (% 105.00) ve 159 (% 96.58) no'lu genotiplerde gelişimin kök yönünde meydana geldiği belirlenmiştir. Buna karşılık 25 (% 23.08), 2 (% 20.00), 100 (% 9.29), 130 (% 8.70) ve 52 (% 3.29) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine oranla azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.36.).

Kuraklık stresinde ise geneotiplerin yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranlarından farklı olarak 375 (% 43.77), 2 (% 17.58), 196 (% 14.08), 3 (% 13.34) ve 244 (% 12.88) no'lu genotiplerde kontrollerine göre azalma meydana gelmiştir. Gelişimin kök yönünde gerçekleştiği ve kontrollerine göre en yüksek % değişimin oluştuğu genotipler ise 272 (% 25.15), 69 (% 80.37), 40 (5 45.26), 52 (% 43.77) ve 130 (% 40.00) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.36.).

Tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin kuru ağırlık kök/yeşil aksam oranaları genel olarak kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Ancak kuraklık stresi karşısında kavun genotiplerinin kontrollerine daha yakın değerler oluşturdukları bu yüzden meydana gelen % değişimin % 16.34 düzeyinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Tuzluluk stresinde ise ortalama % değişim % 41.12 oranında oluşmuştur.

Çizelge 4.35. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaş ağırlık kök/yeşil aksam oranları ve % değişimleri

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.117 a-d	0.075g	-35.90	0.312 bc	0.685 ab	119.55
3	0.087 cd	0.102 fg	17.24	0.590 a	0.645 a-d	9.32
25	0.127 a-d	0.177 b-f	39.37	0.300 bc	0.665 a-c	121.67
40	0.162 a	0.192 b-f	18.52	0.447 ab	0.300 e-g	-32.89
52	0.122 a-d	0.225 a-c	84.43	0.270 bc	0.237 e-g	-12.22
69	0.120 a-d	0.210 a-d	75.00	0.215 bc	0.370 c-g	72.09
99	0.130 a-d	0.230 a-c	76.92	0.240 bc	0.295 e-g	22.92
100	0.122 a-d	0.107 e-g	-12.30	0.080 c	0.135 g	68.75
107	0.132 a-c	0.165 c-g	25.00	0.122 c	0.190 fg	55.74
130	0.127 a-d	0.185 b-f	45.67	0.185 c	0.215 e-g	16.22
133	0.162 a	0.122 d-g	-24.69	0.140 c	0.187 fg	33.57
159	0.137 a-c	0.227 a-c	65.69	0.167 c	0.350 d-g	109.58
179	0.137 a-c	0.27 ab	97.08	0.165 c	0.205 fg	24.24
196	0.110 a-d	0.185 b-f	68.18	0.112 c	0.265 e-g	136.61
244	0.105 a-d	0.120 d-g	14.29	0.210 bc	0.295 e-g	40.48
252	0.120 a-d	0.192 b-f	60.00	0.177 c	0.422 b-g	138.42
272	0.150 ab	0.290 a	93.33	0.185 c	0.877 a	374.05
280	0.100 b-d	0.152 c-g	52.00	0.127 c	0.465 b-f	266.14
305	0.090 cd	0.197 b-e	118.89	0.165 c	0.522 b-e	216.36
375	0.072 d	0.187 b-f	159.72	0.187 c	0.420 b-g	124.60
Ort.	0.12	0.18	51.92	0.22	0.39	95.26
LSD $_{(\%5)}$	0.06	0.09		0.24	0.30	

Tuz ve kuraklık stresi bitki gelişimini engellerken, bu etki bitkinin farklı organlarında farklı şekillerde gelişebilmektedir. Tuna ve ark. (2006), tuz stresi koşullarında gövde kuru ağırlığının kök kuru ağırlığına oranla daha fazla olumsuz etkilendiğini belirlerken; Al Karaki (2000), domateste benzer sonuçları elde etmiştir. Bayuelo-Jimenez (2002), tuza toleransı yüksek olan çeşitlerin daha fazla kök gelişimi sağladıklarını bu nedenle kök/gövde oranının da arttığını bildirmiştir. Maggıo ve ark. (2007) ise domateste tuz stresinin kök/gövde oranında artışa neden olduğunu ifade etmiştir.

Midaoui ve ark. (2003), ozmotik stresin kök gelişimini gövde gelişiminden daha fazla etkilediğini bu nedenle kuraklık stresinde kök/gövde oranında azalma meydana gelebileceğini ifade ederken, Rauf ve Sadaqat (2007), ayçiçeğinde

yaptıkları çalışmada kök/gövde oranının kuraklık stresi karşısında artış gösterdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.36. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kuru ağırlık kök/yeşil aksam oranları ve % değişimleri

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.190 a	0.152 a-e	-20.00	0.785 ab	0.647 a-d	-17.58
3	0.117 b-g	0.125 de	6.84	1.027 a	0.890 a	-13.34
25	0.130 b-f	0.100 e	-23.08	0.452 bc	0.470 b-f	3.98
40	0.112 b-g	0.110 e	-1.79	0.327 c	0.475 b-f	45.26
52	0.152 a-c	0.147 b-e	-3.29	0.297 c	0.427 c-f	43.77
69	0.110 b-g	0.155 a-e	40.91	0.270 c	0.487 b-f	80.37
99	0.092 e-g	0.217 a-c	135.87	0.425 bc	0.552 b-e	29.88
100	0.140 b-e	0.127 de	-9.29	0.230 c	0.202 f	-12.17
107	0.122 b-g	0.127 de	4.10	0.387 c	0.350 d-f	-9.56
130	0.115 b-g	0.105 e	-8.70	0.280 c	0.392 c-f	40.00
133	0.157 ab	0.175 a-e	11.46	0.287 c	0.327 ef	13.94
159	0.117 b-g	0.230 ab	96.58	0.557 bc	0.672 a-c	20.65
179	0.100 d-g	0.205 a-d	105.00	0.412 c	0.390 c-f	-5.34
196	0.090 fg	0.235 a	161.11	0.547 bc	0.470 b-f	-14.08
244	0.107 c-g	0.142 c-e	32.71	0.427 bc	0.372 c-f	-12.88
252	0.142 a-d	0.222 a-c	56.34	0.415 bc	0.387 c-f	-6.75
272	0.132 b-f	0.225 a-c	70.45	0.342 c	0.770 ab	125.15
280	0.110 b-g	0.112 e	1.82	0.272 c	0.357 d-f	31.25
305	0.077 g	0.177 a-e	129.87	0.232 c	0.297 ef	28.02
375	0.090 fg	0.122 de	35.56	0.377 c	0.212 f	-43.77
Ort.	0.120	0.160	41.12	0.420	0.460	16.34
$LSD_{(\%5)}$	0.05	0.08		0.37		

4.2.7. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Ortaya Çıkan Değişimler

200 mM tuz uygulaması, birinci tarama aşamasında olduğu gibi yaprak sayısı bakımından olumsuzluklara neden olmuştur (Çizelge 4.37.). Tuz uygulamasından 16 gün sonra hasat edilen stres bitkilerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısı bakımından azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Tuz stresi altında yaprak sayısı bakımından en az % değişimin gerçekleştiği genotipler sırasıyla 133 (% 18.92), 2 (% 31.58), 196 (% 40.48), 179 (% 41.86) ve 244 (% 47.27) no'lu genotipler olmuştur.

Tuz uygulamasının etkili olduğu ve yaprak sayısının en fazla azaldığı genotiplerin ise 375 (% 69.77), 252 (% 62.50), 69 (% 60.34), 130 (% 59.02) ve 130 (% 59.02) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık stresi tuz stresinde olduğu gibi bitkilerin yaprak sayısında kontrol bitkilerine göre azalmayı meydana getirmiştir. Kuraklık karşısında bitki büyüme ve gelişmesi için yeterli besin elementi alamayan bitkiler, yeterli yaprak sayısı ve alanını da oluşturamamıştır. Su noksanlığ nedeniyle yaprak sayısında meydana gelen değişim genotipler arasında farklılıklar göstermiştir. 244 (% 12.12), 159 (% 17.24), 133 (% 19.44), 40 (% 21.43) ve 196 (% 23.08) no'lu genotipler kontrol bitkilerine en yakın yaprak sayısı meydana getirebilen genotipler olmuştur. Buna karşılık 305 (% 62.50), 3 (% 60.78), 25 (% 54.29), 252 (% 51.28) ve 69 (% 50.00) no'lu genotipler % değişimin en fazla olduğu genotipler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.37.).

Çizelge 4.37. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak sayısı ortalamaları (adet/bitki)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	9.50 fg	6.50 a-d	-31.58	8.00 c-e	5.00 cd	-37.50
3	13.25 b-g	6.00 a-d	-54.72	12.75 a	5.00 cd	-60.78
25	16.25 bc	7.50 a	-53.85	8.75 c-e	4.00 d	-54.29
40	10.50 e-g	5.00 cd	-52.38	7.00 de	5.50 cd	-21.43
52	11.00 d-g	5.00 cd	-54.55	8.50 c-e	5.00 cd	-41.18
69	14.50 b-e	5.75 a-d	-60.34	10.00 a-d	5.00 cd	-50.00
99	13.00 b-g	6.75 a-c	-48.08	12.00 ab	8.50 a	-29.17
100	13.25 b-g	6.50 a-d	-50.94	10.50 a-c	6.00 bc	-42.86
107	11.50 d-g	5.75 a-d	-50.00	9.50 b-e	5.50 cd	-42.11
130	15.25 b-d	6.25 a-d	-59.02	7.75 c-e	5.50 cd	-29.03
133	9.25 g	7.50 a	-18.92	9.00 b-e	7.25 ab	-19.44
159	11.50 d-g	5.50 a-d	-52.17	7.25 de	6.00 bc	-17.24
179	10.75 d-g	6.25 a-d	-41.86	8.75 c-e	6.00 bc	-31.43
196	10.50 e-g	6.25 a-d	-40.48	6.50 e	5.00 cd	-23.08
244	13.75 b-g	7.25 ab	-47.27	8.25 c-e	7.25 ab	-12.12
252	14.00 b-f	5.25 b-d	-62.50	9.75 a-d	4.75 cd	-51.28
272	12.50 c-g	5.25 b-d	-58.00	8.00 c-e	4.50 cd	-43.75
280	9.50 fg	4.50 d	-52.63	8.75 c-e	4.50 cd	-48.57
305	17.25 ab	7.50 a	-56.52	12.00 ab	4.50 cd	-62.50
375	21.50 a	6.50 a-d	-69.77	9.00 b-e	6.00 bc	-33.33
Ort.	12.93	6.14	-50.78	9.10	5.54	-37.55
LSD $_{(\%5)}$	4.56	2.01		3.16	1.60	

Genel tarama çalışmasında olduğu gibi yaprak sayısı tuz ve kuraklık stresleri nedeniyle azalma göstermiş olup bu değişim tuz stresinde öncelikli olarak göze çarpmaktadır. Tuz stresi koşullarında genotiplerin ortalama % değişimi % 50.78 olmasına karşılık kuraklık stresinde bu oran % 37.55 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Tuz uygulaması genotiplerin yaprak alanında azalmalara neden olurken, genotipler arasında da farklılıklar ortaya koymuştur (Çizelge 4.38.). Özel tarama çalışmasında elde edilen sonuçlar, genel tarama çalışması ile uyum göstermiştir. Buna göre tuzluluk karşısında en yüksek yaprak alanı 366.6 cm^2/bitki ile 100 no'lu genotipte belirlenirken, bunu 159 (317.7 cm^2/bitki) no'lu genotip izlemiştir. Bitkilerin tuz stresi koşullarında yaprak alanında meydana gelen değişimin daha net olarak anlaşılabilmesi amacı ile oluşturulan % değişim oranları incelendiğinde yaprak alanında meydana gelen azalmanın en az olduğu genotiplerin 133 (% 21.75), 196 (% 42.00), 99 (% 44.70), 244 (% 48.29) ve 159 (% 49.23) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. 200 mM tuz uygulaması karşısında kontrol bitkilerine göre en fazla % değişimin meydana geldiği genotipler ise 130 (% 72.7), 272 (% 69.55), 52 (% 67.59), 252 (% 63.96) ve 107 (% 62.03) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır.

Çalışmada kullanılan 20 adet farklı kavun genotipinde kuraklık stresi karşısında yaprak alanlarında kontrollerine göre meydana gelen azalma % 22-73 oranları arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.38.). Kurak koşullarda en yüksek yaprak alanı 196 ve 159 no'lu genotiplerde tespit edilmiştir (331.9 ve 224.1 cm^2/bitki). En düşük yaprak alanı ise 2 (68.88 cm^2/bitki) ve 25 (82.62 cm^2/bitki) no'lu genotiplerde meydana gelmiştir. Genotiplerin kontrol bitkilerine oranla yaprak alanı bakımından oluşturdukları % değişimler incelendiğinde kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotiplerin 99 (% 22.64), 133 (% 23.79), 196 (% 34.54), 159 (% 35.65) ve 244 (% 36.96) no'lu genotipler olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotipleri içerisinde, stres koşullarından en fazla etkilenen ve bu nedenle % değişimin en fazla olduğu genotipler ise sırasıyla 252 (% 73.70), 69 (% 69.21), 270 (% 67.02), 280 (% 65.83) ve 179 (% 61.22) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.38.).

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

Tuz stresi karşısında NaCl'ün neden olduğu toksitise ve su potansiyelinde meydana gelen azalma, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelinin düşmesine ve bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Özellikle stomaların kapanması bitkinin fotosentez hızının azalmasına ve ilerleyen dönemlerde bitkinin ölümüne yol açmaktadır. Bu değişim süreci içerisinde tuz stresine en duyarlı olan bitki organlarının yapraklar olduğu düşünülmektedir (Munns ve Termaat, 1986; Yaşar, 2003). Franco ve ark. (1997), artan tuz konsantrasyonunun kavunda bitki gelişimini engellediğini ve yaprak alanında kayıplar meydana geldiğini, Katerji ve ark. (1997) ise tuz stresinin domateste yaprak su potansiyelinde azalma meydana getirdiğini, bununla birlikte yaprak alanında da kayıpların görüldüğünü ifade etmişlerdir. Lacerda ve ark. (2003), tuz stresinin yaprak gelişimini azalttığını ifade ederken, bu değişimin tuza hassas olan genotiplerde daha hızlı oluştuğunu bildirmişleridir. Keeutgen ve Pawelzik (2009), çilekte yaptıkları çalışmada tuz stresinin bitki gelişimi üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu ifade etmiş, çilek bitkilerinde yaprak alanlarının stres koşullarında kontrol bitkilerine oranla azaldığını saptamışlardır Araştırıcıların ortaya koydukları bulgular, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla uyum göstermişir.

Kuraklık stresi, tuz stresinde olduğu gibi btiki büyüme gelişmesinde azalmaya neden olurken, yaprak sayısı ve yaprak alanında da kayıpların ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Kuraklık stresi bitki hücrelerinde su kaybı ile birlikte bitkide turgor kaybına neden olmaktadır. Oluşan bu etki büyümede yavaşlamayı meydana getirmektedir (Levitt, 1980). Kuraklık stresinin büyümeyi engelleyici etkisi yaprak yapısında da kendini gösterirken yaprak alanında da azalmaya neden olmaktadır (Asraf ve Iram, 2005). Bitkilerin dokulardaki uygun su içeriğini koruyabilmek için aldıkları önlemler bitki morfolojisine de yansımaktadır. Bunlardan biri de bitkinin yaprak alanını küçülterek kuraklığa karşı bir savunma mekanizması

oluşturmasıdır (Çırdak ve Esendal, 2006). Kuşvuran ve ark. (2008a), bamyada ve kavunda yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin yaprak sayısı ve yaprak alanında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.38. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak alanı ortalamaları (cm^2/bitki)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	359.2 d	180.1	-49.86	159.9 g	68.8 i	-56.92
3	538.1 a-d	270.5 a-c	-49.73	228.0 d-g	106.3 g-i	-53.38
25	595.6 a-d	295.6 a-c	-50.37	164.8 fg	82.6 hi	-49.87
40	369.4 cd	160.0 c	-56.68	204.8 d-g	95.0 g-i	-53.60
52	656.7 ab	212.8 bc	-67.59	249.7 d-g	138.5 d-h	-44.52
69	495.8 a-d	206.4 bc	-58.37	347.6 b-d	107.0 f-i	-69.21
99	533.8 a-d	294.9 a-c	-44.73	273.7 c-g	211.7 bc	-22.64
100	748.3 a	366.6 a	-51.01	316.5 b-f	167.9 b-e	-46.94
107	599.1 a-d	227.4 a-c	-62.03	343.5 b-d	178.1 b-d	-48.14
130	631.8 a-c	171.7 bc	-72.73	189.9 e-g	114.8 e-i	-39.53
133	374.1 cd	292.7 a-c	-21.75	216.1 d-g	164.7 c-f	-23.79
159	681.0 ab	345.7 ab	-49.23	348.3 b-d	224.1 b	-35.65
179	554.2 a-d	229.3 a-c	-58.62	445.0 ab	172.5 b-e	-61.22
196	382.1 cd	221.6 a-c	-42.00	507.1 a	331.9 a	-34.54
244	579.2 a-d	299.5 a-c	-48.29	227.5 d-g	143.4 d-g	-36.96
252	476.5 b-d	171.7 bc	-63.96	418.2 a-c	109.9 f-i	-73.70
272	580.1 a-d	175.6 bc	-69.55	354.0 a-d	116.7 e-i	-67.02
280	600.6 a-d	253.0 a-c	-57.84	340.1 b-e	116.2 e-i	-65.83
305	564.5 a-d	242.0 a-c	-57.11	300.2 b-g	140.2 d-h	-53.30
375	511.6 a-d	223.0 a-c	-56.40	208.2 d-g	93.7 g-i	-55.00
Ort.	541.59	242.01	-54.39	292.16	144.20	-49.59
LSD $_{(\%5)}$	267.2	150.76		255.28	96.63	

4.2.8. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Nispi Büyüme Oranlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin stres süresince ortaya koydukları nispi büyüme oranları değerlendirilerek Çizelge 4.39.'da verilmiştir.

200 mM NaCl uygulanan ve uygulanmayan kontrol bitkilerinde stres öncesi ve sonrası kuru ağırlıkları tespit edilerek, 16 gün devam eden stres süresine

oranlanması şeklinde hesaplanan nispi büyüme oranı bakımından kavun genotipleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. Tuz stresi karşısında günlük büyüme oranı bakımından en iyi gelişmeyi gösteren genotiplerin 196 (0.142 g kuru ağ./ gün) ve 159 (0.122 g kuru ağ./gün) no'lu genotipler olduğu saptanmıştır. Tuz stresi bütün genotiplerde değişen oranlarda büyüme oranının azalmasına neden olmuştur. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında en yüksek büyüme oranına sahip olan geneotipler 196 (% 54.48), 159 (% 63.79), 133 (% 69.4), 280 (% 69.6) ve 99 (% 70.86) no'lu genotiplerdir. Buna karşılık kontrol bitkilerine oranla en fazla % değişimin gerçekleştiği genotipler ise 252 (% 82.46), 52 (% 79.53), 40 (% 78.67), 272 (% 77.75) ve 130 (% 77.59) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresi de tuzlulukta olduğu gibi nispi büyüme oranının azalmasına neden olmuştur. Bitkilerin stres süresince oluşturdukları günlük kuru maddenin belirlenmesini ifade eden nispi büyüme oranı açısından en iyi gelişme gösteren genotip 1.400 g kuru ağ./gün ile 196 no'lu genotip olurken; günlük olarak en düşük kuru madde oluşturma oranı 0.017 g kuru ağ./gün ile 3 no'lu genotipin olduğu tespit edilmiştir. Stres bitkilerinin kontrol bitkilerine göre nispi büyüme oranları karşılaştırıldığında, kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotipler 196 (% 17.65), 99 (% 31.25), 159 (% 38.46), 179 (% 55.00) ve 100 (% 58.82) no'lu genotipler olmuştur. % değişimin en yüksek olduğu ve kuraklık stresinden nispi büyüme oranı bakımından en fazla etkilenen genotipler ise 3 (% 86.67), 252 (% 85.71), 40 (% 83.33), 375 (% 83.33) ve 80 (% 80.00) no'lu genotiplerdir.

Tuz ve kuraklık stresleri çalışmaya dahil edilen 20 farklı kavun genotipinin tamamında nispi büyüme oranlarının azalmasına neden olmuştur. Bitkilerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimler göz önüne alındığında genotiplerin tuz ve kuraklık stresinde benzer tepkiler verdikleri, ancak tuz stresnde meydana gelen % değişim oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Tuz stresinde % 73.70 oranında meydana gelen değişim oranı kuraklık stresinde % 65.24 düzeyinde olmuştur.

Khan ve ark. (2004), tuz stresinin bitki gelişimini engellediğini bu nedenle bitkide nispi büyüme oranında da azalma görüldüğünü bildirmiş, bitkide yeşil aksamın köklerden daha çok etkilendiğini, bu nedenle gövdede RGR'nin daha düşük

olduğunu ifade etmiştir. Mısırda (Azevedo Neto ve ark., 2004), börülce ve mungo fasulyesinde (Balasubramanıan ve Sınha, 2006) ve yine fasulyede yapılan (Kaymakanova ve Stoeva, 2008) tuz çalışmaları nispi büyüme oranının tuz stresi karşısında azaldığını ve bu parametrenin genotiplerin taranmasında etkili bir seçim yöntemi olabileceğini göstermiştir. Çalışmamızda ortaya konulan sonuçlar araştırıcıların bulguları ile de paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.39. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde nispi büyüme oranı ortalamaları (g kuru ağ./gün)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.315 bc	0.080 c-f	-74.60	0.175 a-c	0.040 c-e	-76.47
3	0.377 a-c	0.105 b-e	-72.15	0.147 a-c	0.017 e	-86.67
25	0.305 c	0.072 d-f	-76.39	0.187 a-c	0.045 b-e	-78.95
40	0.375 a-c	0.080 c-f	-78.67	0.177 a-c	0.035 c-e	-83.33
52	0.342 a-c	0.070 ef	-79.53	0.270 a	0.070 b-e	-74.07
69	0.372 a-c	0.092 b-f	-75.27	0.247 ab	0.052 b-e	-80.00
99	0.350 a-c	0.102 b-e	-70.86	0.155 a-c	0.105 ab	-31.25
100	0.400 a	0.112 a-c	-72.00	0.170 a-c	0.065 b-e	-58.82
107	0.340 a-c	0.080 c-f	-76.47	0.147 a-c	0.062 b-e	-60.00
130	0.357 a-c	0.080 c-f	-77.59	0.180 a-c	0.062 b-e	-66.67
133	0.317 bc	0.097 b-e	-69.40	0.205 a-c	0.085 a-d	-60.00
159	0.337 a-c	0.122 ab	-63.79	0.135 bc	0.082 a-d	-38.46
179	0.367 a-c	0.087 b-f	-76.29	0.200 a-c	0.092 a-c	-55.00
196	0.312 bc	0.142 a	-54.48	0.167 a-c	0.140 a	-17.65
244	0.390 ab	0.107 a-d	-72.56	0.115 c	0.032 c-e	-75.00
252	0.342 a-c	0.060 f	-82.46	0.212 a-c	0.027 de	-85.71
272	0.382 a-c	0.085 c-f	-77.75	0.185 a-c	0.075 b-e	-63.16
280	0.382 a-c	0.115 a-c	-69.90	0.147 a-c	0.047 b-e	-66.67
305	0.375 a-c	0.087 b-f	-76.80	0.215 a-c	0.080 a-d	-63.64
375	0.370 a-c	0.085 c-f	-77.03	0.235 a-c	0.045 b-e	-83.33
Ort.	0.360	0.090	-73.70	0.180	0.060	-65.24
LSD $_{(\%5)}$	0.08	0.03		0.13	0.06	

Rao ve ark. (2008), kuraklık stresinde kuru madde miktarındaki azalışın, fotosentezdeki azalmadan kaynaklanabileceğini ifade ederken, kuraklığın nispi büyüme oranında da azalmaya neden olacağını, bu azalışın kurak şiddetindeki artışa paralel olarak artabileceğini bildirmiştir. Abayomi (2008), kuraklık stresinin büyüme ve gelişmede olumsuzluklara neden olduğunu, bu olumsuz etkinin soya fasulyesinde nispi büyüme oranını da etkilediğini ve stres ile birlikte azaldığını ifade etmiştir.

Kuraklık stresi çalmamızda kullanılan 20 adet farklı kavun genotipinde nispi büyüme oranının azalmasına neden olurken, elde edilen bulgular araştırıcıların sonuçları tarafından da desteklenmektedir.

4.2.9. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanma İndeksi (%)'nin Belirlenmesi

200 mM NaCl uygulaması altında yetiştirilen kavun genotiplerinde, tuzluluk stresi hücresel zararlanmaya da neden olmuştur. Hücrede meydana gelen zararlanmanın belirlenmesi amacıyla oluşturulan membran zararlanma indeksi bakımından genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Stres koşullarında membranlarda meydana gelen zararlanmanın en az olduğu genotiplerin 130 (% 16.24), 196 (% 20.23), 305 (% 21.81), 159 (% 23.34) ve 375 (% 23.84) no'lu genotipler olduğu belirlenmişir. Tuz stresi karşında toksik iyon etkisi nedeniyle membranlarda zararlanmanın en fazla olduğu genotipler sırasıyla 40 (% 60.14), 252 (% 59.51), 3 (% 45.68), 25 (% 43.74) ve 69 (% 37.68) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.40.).

Kuraklık stresi, kavun genotiplerinde değişen oranlarda hücre zararlanmasına neden olmuştur. Yapılan ikinci tarama çalışmasında genotiplerin oluşturdukları membran zararlanma indeksi birinci tarama çalışması ile genel olarak uyum göstermiştir. Buna göre hücrede en az zararlanmanın gerçekleştiği genotipler 99 (% 15.2), 159 (% 18.27), 196 (% 19.48), 375 (% 19.80) ve 280 (% 21.24) no'lu genotipler olmuştur. Kuraklık karşısında membranlarda meydana gelen zararlanmanın en yüksek olduğu genotipler ise 40 (% 50.11), 252 (% 40.79), 25 (% 35.11), 52 (% 34.80) ve 244 (% 34.77) şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.40.)

Stres sonucu hücrelerde meydana gelen zararlanmanın ortaya konulması amacı ile oluşturulan membran zararlanma indeksi sonucunda her iki stres faktörü de birbirine yakın değerler vermiştir. Ancak tuz stresinin % 31.94 zararlanma indekisi ile kuraklık stresine (% 29.08) oranla hücrelerde daha fazla tahribata neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde membran zararlanma indeksi (%)

Genotip	Tuzluluk	Kuraklık
2	27.46 d-g	25.88 d-f
3	45.68 b	31.33 c-e
25	43.74 b	35.16 bc
40	60.14 a	50.11 a
52	30.63 c-f	34.50 bc
69	37.68 bc	33.46 bc
99	25.40 d-h	15.20 h
100	30.70 c-f	33.35 c
107	25.29 d-h	30.71 c-e
130	16.24 h	23.16 fg
133	25.86 d-g	32.79 cd
159	23.34 f-h	18.27 gh
179	24.05 e-h	24.63 e-g
196	20.25 hg	19.48 f-h
244	32.81 c-e	34.77 bc
252	59.51 a	40.79 b
272	33.98 cd	31.95 c-e
280	30.76 c-f	21.24 f-h
305	21.81 f-h	24.77 e-g
375	23.48 f-h	19.80 f-h
Ort.	31.94	29.08
LSD (%5)	9.31	7.4

Stres karşısında hücre membranlarında meydana gelen zararlanma ortama iyonların sızmasına neden olmaktadır. Bu prensip doğrultusunda ölçümleri yapılan kavun genotiplerinde membran zararlanma indeksindeki artış, bitkinin stresten etkilenme düzeyinin de bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde farklı şekillerde etkili olurken, genel olarak tuz stresinin kavun genotiplerinde daha fazla membran zararlanmasına neden olduğu görülmüştür.

Stres koşullarında hücre yapısının korunması, membran proteinlerinin özelliklerine, lipit bileşiklerinin yapısına ve bunların mekanizmalarındaki aktiviteye bağlıdır. Oksidatif stres genellikle aktif oksijen türevlerinin yoğunluğuna bağlı olarak membran proteinleri ve lipitlerin yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle

hücre zararlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle enzim aktivitelerini çalıştıran ya da ozmotik düzenlemeyi gerçekleştirebilen genotiplerde hücre zararlanması da daha düşük düzeylerde gerçekleşmektedir (Bandurska, 1998).

Dhanda ve Sethi (2002), membran zararlanma indeksinin, çok genotiple gerçekleştirilen tarama çalışmalarında önemli bir parametre olarak göründüğünü, tolerant olan genotiplerde hücre zararlanma indeksinin daha düşük meydana geldiğini ifade etmiştir. Tuz stresi de hücre zararlanmasına neden olan en önemli oksidatif türlerden biridir. Tıpırdamaz ve Elllialtıoğlu (1997), çevresel stres koşullarında hücre bütünlüğünün korunmasının bitkinin strese toleransının sağlanmasında büyük bir önemi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcıların patlıcanda yaptıkları çalışmada tuz stresinin bitkilerde membran zararlanmasına neden olduğu vurgulanmıştır. Farooq ve Azam (2006), buğdayda yaptıkları bir çalışmada artan tuz konsantrasyonun membranlarda meydana gelen zararlanmayı artırdığını, hassas olan genotipte ise bu zararın daha yüksek olduğunu ve % 75 oranına kadar çıkığını ifade etmiştir. Tuz stresinin mebran zararlanması yönündeki etkileri Asha (2007)'nın nohutta yaptığı araştırmada da gösterilmiş olup, tuz stresinin membran yapısında bozulmaya neden olduğu bildirilmiştir. Araştırmacıların ortaya koydukları sonuçlar çalışmamızda elde edilen bulgular ile de uyum göstermiştir.

Kuraklık stresine toleransın belirlenmesinde önemli bir indikatör olarak görülen membran zararlanma indeksi, arpada kuraklık stresi karşısında artış göstermiştir. Araştırıcılar hücrede meydana gelen yoğun su kaybının, membranlara zarar verdiğini açıklamışlardır (Kocheva ve ark., 2004). Karnataka (2008), nohutta kuraklık stresinin membran zararlanma indeksinde artışa neden olduğunu ifade ederken, bu artışın tolerant olan genotiplerde daha az düzeyde gerçekleştiğini bildirmiştir. Yine dut meyvesinde (Ramachandra Reedy ve ark., 2004), buğdayda (Baji ve ark., 2002) yapılan kuraklık çalışmalarıda oksidatif stresin membran zararlanma indeksini artırdığı yönünde bulgular içermektedir. 20 adet kavun genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık çalışmasında elde edilen sonuçlar, araştırıcların bulguları tarafından da desteklenmektedir.

4.2.10. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Altında Yaprakların Oransal Su İçeriğinde Ortaya Çıkan Değişimler

Genel tarama çalışması sonucu seçilen 20 adet farklı kavun geneotipi ile sürdürülen özel tarama çalışmasında tuz stresi uygulanan ve uygulanmayan kavun bitkilerinin yapraklarında oransal su içeriği (YOSİ) belirlenerek Çizelge 4.41.'de verilmiştir. 200 mM NaCl uygulaması bitkilerin YOSİ değerlerinin kontrol bitklerine oranla azalmasına neden olmuştur. Genel olarak kontrol bitkilerinde YOSİ ortalaması % 65.47 olmasına karşın tuz stresi altında bitkilerde bu oran % 40.20 oranına kadar düşmüştür. Genotiplerin kontrol bitkilerine göre oluşturdukları % değişimler göz önüne alındığında yapraklarda su kaybı en az olan ve stres koşullarında turgoritesini koruyabilen genotipler 99 (% 15.42), 196 (% 17.91), 244 (% 22.76), 25 (% 23.05) ve 305 (% 30.16) no'lu genotiplerdir. Buna karşılık tuz stresinden etkilenerek yapraklarında en fazla su kaybının gerçekleştiği genotipler ise 40 (% 66.39), 252 (% 63.99), 280 (% 63.94), 272 (% 59.71) ve 3 (% 44.67) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

Kuraklık stresi, tuz stresinde olduğu gibi bütün genotiplerde yaprak su içeriğinin azalmasına yol açmıştır. Genotiplerin YOSİ bakımından farklılıklar gösterdiği çalışmada, kontrollerine oranla meydana gelen % değişimler göz önüne alındığında 159 (% 22.82), 196 (% 25.50), 107 (% 28.09), 133 (% 33.01) ve 130 (% 34.39) no'lu genotiplerin kurak koşullarda bünyelerinde bulunan suyu koruduğu tespit edilmiştir. Ancak 69 (% 65.50), 40 (% 61.64), 2 (% 59.23), 252 (% 54.59) ve 25 (% 54.14) no'lu genotipler bu bakımdan şanslı olamayan ve stres koşullarında turgoritesini en fazla kaybeden genotipler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.41.).

Tuz ve kuraklık stresleri yaprak su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Genel olarak tuz ve kuraklık stresi karşılaştırıldığında kuraklık stresinde meydana gelen azalmanın (% 43.57), tuz stresine oranla daha fazla olduğu görülmüştür (% 38.32) (Çizelge 4.41.).

Çizelge 4.41. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yaprak oransal içeriği ortalamaları (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	72.55 ab	50.00 ab	-31.08	80.65 ab	32.88 g-i	-59.23
3	66.92 ab	37.03 d-f	-44.67	74.07 ab	33.98 f-i	-54.12
25	63.55 ab	48.91 a-c	-23.04	77.39 ab	35.49 e-i	-54.14
40	62.28 ab	20.93 h	-66.39	73.85 ab	28.33 i	-61.64
52	61.56 ab	40.28 b-e	-34.57	70.35 a-c	37.70 e-i	-46.41
69	61.24 ab	39.77 b-e	-35.06	75.15 a	29.38 hi	-65.50
99	62.12 ab	52.54 a	-15.42	77.34 ab	43.67 b-g	-43.54
100	64.31 ab	40.17 b-e	-37.54	81.02 ab	43.32 b-g	-46.53
107	73.95 ab	43.73 a-e	-40.87	71.53 a-c	51.44 a-c	-28.09
130	68.36 ab	44.81 a-d	-34.45	70.31 a-c	46.13 b-e	-34.39
133	67.05 ab	46.42 a-d	-30.77	70.13 ab	53.68 ab	-33.01
159	70.71 ab	48.57 a-d	-31.31	77.13 ab	59.53 a	-22.82
179	67.17 ab	37.92 c-f	-43.55	73.59 a-c	43.27 b-g	-41.20
196	60.09 ab	49.33 a-c	-17.91	65.68 bc	48.93 a-d	-25.50
244	68.63 ab	53.01 a	-22.76	65.93 bc	39.57 d-h	-39.98
252	68.40 ab	24.63gh	-63.99	86.26 a	39.17 e-i	-54.59
272	59.55 ab	23.99 gh	-59.71	66.64 bc	42.19 c-g	-36.69
280	75.34 a	27.17 g-h	-63.94	75.25 ab	43.34 b-g	-42.41
305	62.64 ab	43.75 a-e	-30.16	79.93 ab	44.56 b-f	-44.25
375	53.02 b	32.24 e-g	-39.19	57.29 c	35.86 e-i	-37.41
Ort.	65.47	40.26	-38.32	74.47	41.62	-43.57
LSD $_{(\%5)}$	21.07	11.57		16.56	11.12	

Tuz ve kuraklık stresi karşısında yaprak oransal su içeriğinde azalma olabileceği birçok araştırıcı tarafında da vurgulanmıştır (Srivasta ve ark., 1998; Kaya ve Higgs, 2003; Türkan ve ark., 2005; Romanello ve ark., 2008). Yaptığımız çalışmada, ön tarama çalışmasında olduğu gibi kuraklık stresinin yaprak oransal su içeriği üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Tuz stresi, bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nediyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmaktadır. Özellikle Na iyon toksisitesi ile bitkiye su girşi arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Munss, 2005). Farooq ve Azam (2006) buğdayda artan tuz stresinin YOSİ değerlerinde azalmya yol açtığını, ancak hassas genotiplerde bu değişimin daha belirgin olabileceğini; Ghars ve ark. (2008) ise, *Arabidopsis thaliana* ve *Thellungiella halophila* bitkilerinde Na iyonunun bitki gelişimini olumsuz

etkilediğini ve yaprak su içeriğinin artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Goreta ve ark. (2008), karpuzda tuz stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilemesi yanında yaprak su içeriğinin de azaldığını ifade etmişlerdir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ), kuraklık stresinde önemli bir indikatör olarak kabul edilmektedir. Hücre hacmi ile sıkı bir ilişkide olan YOSİ değeri, transprasyon oranı ile yaprağa sağlanan su arasındaki dengenin sağlanabilmesni gösteren bir değer olarak da düşünülebilir. Bu etki nedeniyle bitki ne kadar su sağlayabilirse kendisini de stresten o denli kurtarabilmektedir (Dhanda ve Sethı, 2002).

Choluj ve ark. (2004), şeker kamışında yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda yaprakların YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla %3-4 oranlarında azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir. Kocheva ve ark. (2004) arpada kuraklık stresinin membran zararlanmasında meydana getirdiği artışa bağlı olarak yaprak su içeriğinin de azaldığını bildirmişlerdir. Khanna-Chopra ve Selote (2007), kuraklığa dayanıklı bitki geliştirmede su içeriğini koruyabilen bitkilerin tercih edilmesinin önemli olduğunu ifade eden araştırıcılar, su stresi karşısında yaprak su içeriğinin hassas olan çeşitlerde daha fazla azalma eğilimi gösterdiğini saptamışlardır. Sanchez-Rodrıguez ve ark. (2010), domateste kuraklık stresi sonucu YOSİ değerlerinde azalma meydana geldiğini, ancak kuraklığa tolerant olan çeşitlerin kontrol bitkilerine yakın bir su içeriği bulundurduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırıcıların ortaya koydukları bulgular ile, uyumludur.

4.2.11. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

20 adet genotip ile gerçekleştirilen özel tarama aşamasında, tuz ve kuraklık streslerinin kavun genotiplerinde Na konsantrasyonu üzerindeki etkileri incelenerek yeşil aksam ve kökte meydana gelen değişimler Çizelge 4.42.'de verilmiştir.

Tuz stresi, kavun genotiplerinin bünyesinde Na konsantrasyonu artışına neden oluşturur. Kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilerin içerdiği Na

konsantrasyonu ortalama olarak % 0.35 olmasına karşın 200 mM NaCl uygulaması, bu değerin % 4.59 düzeyine çıkmasını sağlamıştır. Stres altında bulunan genotipler içerisinde 196 (% 2.88), 375 (% 3.05), 280 (% 3.26) ve 305 (% 3.87) no'lu genotipler Na iyonunu bünyelerinden uzak tutmayı başarmışlardır. Buna karşılık 40 (% 6.08), 252 (% 5.76), 100 (% 5.73), 52 (% 5.72) ve 2 (% 5.56) no'lu genotipler bünyelerine en fazla Na iyonunu alan genotipler olmuştur. Na iyonu konusunda daha seçici davranarak, bünyelerindeki Na konsantrasyonu artışını sınırlandırabilen genotipler ise 196 (% 772.70), 280 (% 887.88), 179 (% 929.73), 25 (% 1022.73) ve 375 (% 1029.63) no'lu genotipler olarak sıralanmıştır. Tuz koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin kontrol bitkilerine göre % değişimleri göz önüne alındığında Na iyonunu tercih eden genotiplerin 252 (% 1594), 40 (% 1588.89), 130 (% 1500.00), 272 (% 1443.75) ve 159 (% 1413.79) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasını oluşturan özel tarama çalışması, kuraklık stresinin genotiplerde Na iyonu bakımından oluşabilecek değişimin tekrar incelenmesine imkan vermiştir. Suyun tamamen kesilmesi ile oluşan kuraklık stresi genotiplerin yeşil aksam Na içeriğinde genel olarak bir artışa neden olmuştur. Ancak genotiplerin kurak koşullarda da kontrol bitkilerine yakın değerler oluşturduğu gözlenmiştir. % değişimler açısından gözden geçirilen genotipler içinden 305 no'lu genotipte kontrol bitkilerine göre % 8.11 oranında bir azalma meydana gelmiş; 107 (% 8.33), 159 (% 11.76), 69 (% 19.35) ve 375 (% 21.74) no'lu genotipler ise kontrol bitkilerine en yakın değerleri oluşturan genotipler olmuştur. Diğer genotiplerde % 21.94 ile % 129.41 düzeyinde artışlar belirlenmiştir.

Tuz ve kurak stresinin bitkilerin yeşil aksam Na içerikleri bakımından oluşturdukları değişimler incelendiğinde, tuz stresinin Na içeriğinde önemli bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin genel ortalaması yönünden incelendiğinde tuz stresinde % 4.59 oranında gerçekleşen Na konsantrasyonu, kuraklık stresi altında % 0.34 oranında kalmıştır. Genotiplerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması amacıyla oluşturulan % değişim oranları bakımından ise tuz stresinde % 1232.92 oranında bir Na artışı meydana gelmesine karşılık kuraklık stresinde % 44.87 düzeyinde bir artışın oluştuğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada tuz stresinin özellikle yeşil

aksam kısmında kuraklık stresine göre Na iyonunu artırıcı bir etkisi olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.42. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.45 a	5.56 a-c	1136	0.22 b-f	0.37 b-f	72.73
3	0.34 b-e	4.62 c-f	1259	0.23 b-f	0.30 e-i	25.00
25	0.44 ab	4.94 b-d	1023	0.27 b-d	0.48 a	77.78
40	0.36 a-e	6.08 a	1589	0.22 b-f	0.45 ab	109.09
52	0.41 a-c	5.72 ab	1295	0.24 b-f	0.40 a-d	66.67
69	0.35 a-e	4.52 d-f	1191	0.31 ab	0.37 b-f	19.35
99	0.37 a-e	4.92 b-d	1232	0.29 a-c	0.42 a-c	40.00
100	0.39 a-d	5.73 ab	1369	0.30 a-c	0.46 a	53.33
107	0.29 de	4.13 d-g	1328	0.24 b-f	0.26 g-j	8.33
130	0.31 c-e	4.96 b-d	1500	0.29 a-c	0.38 a-e	129.41
133	0.32 c-e	4.82 b-e	1406	0.21 c-f	0.31 d-h	47.62
159	0.29 de	4.38 d-f	1414	0.17 ef	0.19 j	11.76
179	0.38 a-e	3.81 f-i	929.7	0.18 d-f	0.23 h-j	27.78
196	0.33 b-e	2.88 i	772.7	0.17 ef	0.20 ij	31.25
244	0.32 c-e	4.40 d-f	1275	0.25 b-e	0.32 d-h	23.08
252	0.35 a-e	5.76 ab	1594	0.16 f	0.23 h-j	50.00
272	0.32 c-e	4.93 b-d	1444	0.27 bc	0.40 a-d	42.86
280	0.33 c-e	3.26 g-i	887.8	0.23 b-f	0.33 c-g	47.83
305	0.30 de	3.87 e-h	1190	0.37 a	0.34 c-g	-8.11
375	0.27 e	3.05 hi	1030	0.23 b-f	0.28 f-j	21.74
Ort.	0.35	4.59	1233	0.24	0.34	44.87
LSD $_{(\%5)}$	0.10	0.97		0.09	0.10	

4.2.12. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kökte Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Kavun genotiplerinin tuz stresi altında kök Na konsatrasyonu da kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Bitkilerin 16. gün sonunda içerdikleri sodyum konsantrasyonu bakımından 69 (% 1.65), 196 (% 2.04), 179 (% 2.24), 99 (% 2.44) ve 100 (% 2.66) no'lu genotiplerin Na iyonu karşısında daha seçici davranabilen genotipler olduğu görülürken, 25 (% 3.31), 280 (% 3.24), 252 (% 3.18), 244 (% 3.17) ve 375 (% 3.05) no'lu genotipler bünyelerine en fazla Na alan genotipler olarak ilk

sıralarda yer almıştır. Genotipler içerisinde 196 (% 279.45), 179 (% 335.82), 305 (% 347.50), 272 (% 410.29) ve 100 (% 415.63) no'lu genotipler 200 mM NaCl dozunda köklerden toksik Na iyonunu uzak tutmayı başarabilen genotipler olarak belirlenmiştir. Kontrol bitkilerine oranla meydana gelen değişimler incelendiğinde en yüksek değişimin 38 (% 611.11), 25 (% 582.46), 40 (% 575.00), 107 (% 573.58) ve 133 (% 564.15) no'lu genotiplerde gerçekleştiği saptanmıştır (Çizelge 4.43.).

Kurak ve kontrol koşullarında yeşil aksam Na konsantrasyonu bakımından incelenen genotipler, kök kısımlarında meydana gelen değişimleri yönünden de araştırılmıştır. Kurak stresi altında yetiştirilen kavun bitkilerinin kök bölgesinde yeşil aksam kısmına oranla daha yüksek oranda Na birikimi gerçekleşmiştir. Genel olarak kuraklık stresi Na konsantrasyonunu artırırken, 272 (% 12.00) ve 280 (% 17.95) no'lu genotiplerde Na konsantrasyonunun kontrol bitkilerine oranla azaldığı tespit edilmiştir. 20 adet kavun genotipi içinde 244 (% 10.34), 133 (% 10.91), 107 (% 14.55), 159 (% 24.14) ve 130 (% 30.13) no'lu genotipler en düşük % değişimin gerçekleştiği genotipler olurken; 25 (% 328.57), 252 (% 305.88), 3 (% 145.00), 52 (% 143.75) ve 179 (5 65.91) no'lu genotipler kontrol bitkilerine göre en yüksek oranda Na iyonunu bünyelerine alan genotipler olmuştur (Çizelge 4.43.).

Tuz ve kuraklık stresi kök bölgesinde Na konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Ancak tuz stresinde bu artışın daha belirgin gerçekleştiği genotiplerin kontrol bitkilerine göre % değişimleri bakımından tuz stresinde % 470.03 düzeyinde bir artış oluştuğu belirlenmiştir. Ancak kuraklık stresinin oluşturduğu değişim sadece % 69.27 düzeyinde kalmıştır.

Genel tarama çalışmasında elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile oluşturulan ve 20 genotipi içeren özel seçim aşamasında, tuz stresinin çalışmada yer alan bütün genotiplerde yeşil aksam ve kök bünyesinde Na konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Genotiplerin Na iyonunu daha çok yeşil aksamda biriktirdiği düşünülmektedir. Kök bölgesinde ortalama Na konsantrasyonu, % 2.79 olmasına karşın yeşil aksamda bu oran % 4.59 düzeyine ulaşmıştır. 20 genotip ile gerçekleştirilen özel seçim aşamasında Na konsantrasyonları genel olarak, genel tarama çalışmasında elde edilen bulgular ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.43. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Na konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0.57 a-c	2.78 a-c	479.31	0.44 a-c	0.65 a-e	44.44
3	0.45 c	2.99 ab	666.67	0.19 bc	0.49 de	145.00
25	0.56 a-c	3.31 a	582.46	0.13 c	0.59 b-e	328.57
40	0.51 bc	2.73 a-d	526.92	0.52 a-c	0.70 a-e	36.54
52	0.58 a-c	2.90 a-c	500.00	0.16 c	0.38 e	143.75
69	0.61 a-c	1.65 e	266.13	0.39 a-c	0.61 b-e	52.50
99	0.52 bc	2.43 b-d	469.23	0.35 a-c	0.56 c-e	60.00
100	0.64 a-c	2.65 a-d	415.63	0.38 a-c	0.59 b-e	55.26
107	0.53 bc	3.03 ab	573.58	0.62 a-c	0.52 c-e	14.55
130	0.64 a-c	2.86 a-c	446.88	0.73 ab	0.95 a-d	30.14
133	0.53 bc	2.98 ab	564.15	0.55 a-c	0.60 b-e	10.91
159	0.58 a-c	2.93 a-c	496.61	0.58 a-c	0.71 a-e	24.14
179	0.67 a-c	2.24 c-e	335.82	0.44 a-c	0.72 a-e	65.91
196	0.72 ab	2.04 de	279.45	0.70 ab	1.03 a-c	48.57
244	0.72 ab	3.17 a	435.62	0.57 a-c	1.14 a	10.34
252	0.66 a-c	3.18 a	476.12	0.17 c	0.69 a-e	305.88
272	0.68 a-c	2.79 a-c	410.29	0.50 a-c	0.43 de	-12.00
280	0.53 bc	3.23 a	611.32	0.77 a	0.64 a-e	-17.95
305	0.80 a	2.77 a-c	347.50	0.71 ab	1.10 ab	71.55
375	0.58 a-c	3.04 ab	516.95	0.63 a-c	0.83 a-e	31.75
Ort.	0.61	2.79	470.03	0.48	0.68	69.27
$LSD_{(\%5)}$	2.44	0.72		0.52	0.53	

Karanlık (2001), Na iyonlarının büyük bir kısmını kökten yeşil aksama gönderen ve bu iyonlara karşı doku toleransı gösteremeyen genotiplerin tuz toksisitesinden daha fazla etkilenerek verim azalmaları görülebileceğini ifade etmiştir. Yaptığımız çalışmada Na iyonunu bünyesine alarak doku toleransı gösteremeyen genotiplerin daha yüksek skala ile birlikte daha yüksek yaş ve kuru ağırlık kayıplarının olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra, tolerant olduğu görülen 179, 196 ve 280 no'lu genotipler Na iyonuna karşı seçici davranarak bünyelerinden uzak tutmayı başarabilmişlerdir. Bünyelerine Na iyonu almayarak, kendilerini Na iyonunun toksik etkisinden koruyabilen ve dolayısıyla daha düşük skala değeri oluşturan bu genotipler "Na-sakınan (excluder)" olarak isimlendirilmektedir (Marschner, 1995). Genotiplerin tuza toleransta izledikleri bir diğer yol da doku toleransıdır. Bu mekanizmayı çalıştıran genotipler bünyelerine yüksek miktarda Na

iyonu almalarına karşılık, gelişmelerini sürdürebilmiş ve düşük skala değeri oluşturabilmişlerdir. Genel tarama çalışmasında olduğu gibi 159 (% 1413.78) ve 99 (% 1232.43) no'lu genotipler bünyelerine Na iyonunu yüksek oranlarda almalarına rağmen, kontrol bitkilerine yakın gelişme gösterebilmiş ve 1.25 ile 1.50 skala değeri oluşturabilmişlerdir. Daşgan ve ark. (2006), Na iyonunu bol miktarda almalarına karşılık bundan zarar görmeyen genotiplerin, Na iyonunun zararına karşı doku toleranslarının yüksek olabileceğini, sodyumu hücre içerisindeki osmotik regülasyonda kullanarak su alımını düzenlemede kullandıklarını ifade ederken, böyle davranan genotiplerin "Na-Includer" ya da "Na-Kabullenen" olarak isimlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2006), artan tuz konsantrasyonunun kabakta Na içeriğinde artışa neden olduğunu saptamışlardır. Ghars ve ark. (2008), artan tuz konsantrasyonun *Arabidopsis thaliana* ve *Thellungiella halophila* bitkilerinde yapraklarda Na konsantrasyonunun artmasına yol açtığını, Tiwari ve ark. (2010), artan tuz konsantrasyonunun hıyarda Na içeriğinin artmasını sağlarken tolerant olan genotiplerin bünyelerine daha az oranda Na aldığını ifade etmişlerdir. Li (2009), yüksek tuz konsantrasyonun, domates bitkisinde Na konsantrasyonun artmasına neden olduğunu, yapraklarda meydana gelen artışın, köklere oranla daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ayrıca patlıcanda (Yaşar, 2003), kavunda (Kuşvuran, 2004), domateste (Daşgan ve ark., 2002), biberde (Aktaş, 2002), fasulyede (Koç,2005) yapılan araştırmalar elde ettiğimiz bulgularla parallelik göstermiştir.

Kuraklık stresinin bitkilerin Na iyon konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler bazı araştırıcılar tarafından önemli bulunmamıştır. Sadeghian ve ark. (2004), kuraklığın dokularda Na konsantrasyonunda artışa neden olduğunu ifade ederken, bu artışın hassas genotiplerde daha belirgin ortaya çıktığını vurgulamıştır. Perez-Perez ve ark. (2007) ve Sivritepe ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin Na iyonu üzerinde meydana getirdiği etkinin oldukça düşük oranlarda olduğunu bu nedenle etkisinin önemsiz sayılabileceğini bildirmişlerdir. Köşkeroğlu (2006), mısırda yaptığı çalışmada tuz stresinin yaprak ve köklerde Na birikimine neden olduğunu ancak kuraklık stresinde kontrollere yakın değerler elde edildiğini saptamıştır. Bu çalışmamızda elde edilen bulgular, araştırıcıların sonuçları

ile de uyum göstermiştir. Hessini ve ark. (2009), *Spartina alterniflora* bitkisinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin Na konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

4.2.13. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam K Konsantrasyonu ve K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Genel seçim tarama çalışmasında yer alan kavun genotiplerinin tuz stresi karşısında yeşil aksam örneklerinde belirlenen K konsantrasyonuna ait veriler ve istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.44.'te verilmiştir. 200 mM NaCl uygulamasının 16. gününde yeşil aksam örneklerinde K iyon konsantrasyonunun tüm kavun genotiplerinde kontrol bitkilerine göre azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Tüm genotipler ele alındığında kontrol bitkilerinin K iyon ortalaması % 3.85 olurken, tuz stresi karşısında bu değer % 2.23 düzeyine gelmiştir. Tuz stresi karşısında K iyonunu bünyesine en fazla alan genotiplerin 196 (% 3.15), 99 (% 2.89), 159 (% 2.86), 179 (% 2.84) ve 107 (% 2.54) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Ancak genotiplerin tuz koşullarında bünyelerine aldıkları K iyon miktarı kadar, kontrol bitkilerine göre bünyelerinde meydana gelen değişimlerin, genotiplerin stres karşısında tepkilerinin belirlenmesinde daha etkili bir gösterge olabileceği düşünüldüğünden % değişimler de incelenmiştir. Buna göre kontrol bitkilerine en yakın K değerlerini vererek en az % değişim oluşturan genotipler sırasıyla 133 (% 22.70), 196 (% 26.47), 99 (% 27.64), 244 (% 30.50), 159 (% 31.32) no'lu genotipler olmuştur. Tuz stresi nedeniyle K iyonu miktarının daha büyük ölçüde azalma gösterdiği ve kontrol bitkilerine göre % değişimlerin en fazla olduğu genotipler ise 40 (% 63.69), 252 (% 60.23), 25 (% 50.33), 3 (% 49.75), 2 (% 49.59) no'lu genotiplerdir.

Kuraklık stresi, tuz stresinde olduğu gibi kavun genotiplerinde K alımının sınırlandırılmasına neden olmuş ve tüm genotiplerde K iyonu bakımından kontrol bitkilerine oranla değişen oranlarda kayıplar meydana gelmiştir (Çizelge 4.44.). Kurak koşullarda yetiştirilen 20 adet farklı kavun genotipi içerisinde bünyesine en fazla K iyonunu alan genotiplerin 69 (% 2.47), 196 (% 2.32), 99 (% 2.28), 179 (%

2.20) ve 305 (% 2.06) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Kurak stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin kontrol bitkilerine oranla bünyelerinde meydana gelen % değişimler göz önüne alındığında ortamdaki K iyonunu tercih ederek bünyesine alan ve kontrol bitkilerine göre en az kayıp oluşturan genotipler sırasıyla 305 (% 11.59), 159 (% 17.86), 196 (% 19.16), 280 (% 20.89) ve 69 (% 21.59) no'lu genotiplerdir. Buna karşılık % değişimin en fazla gerçekleştiği ve K iyonu bakımından en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise 252 (% 67.25), 130 (% 64.00), 100 (% 54.17), 40 (% 52.31) ve 375 (% 50.82) no'lu genotiplerdir.

Genotiplerin K/Na oranları incelendiğinde tuz stresinin kontrol bitkilerine oranla önemli bir düşüş sergilediği görülmektedir. Na iyonunun tuz ortamında bünyede artması ile birlikte genotiplerin genel olarak K iyon konsantrasyonunun azalması K/Na oranlarının da düşmesine neden olmuştur. Na iyonu yerine K iyonunu tercih ederek daha yüksek K/Na oranı oluşturan genotipler 196 (1.09), 179 (0.74), 159 (0.64), 280 (0.62) ve 107 (0.60) no'lu genotipler olurken, K iyonu yerine Na iyonu tercih ederek en düşük K/Na oranı oluşturan genotipler 252 (0.31), 40 (0.32), 3 (0.34), 100 (0.36) ve 52 (0.37) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.45.).

Kuraklık stresi sonucu yeşil aksam K/Na oranları bakımından da genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Na iyonunu bünyesinden uzak tutarak K iyonunu tercih eden ilk 5 genotip 196 (11.05), 159 (10.63), 179 (9.61), 272 (6.90) ve 69 (6.68) no'lu genotipler olmuştur. Kavun genotiplerinin kuraklık stresi karşısında en düşük K/Na oranı oluşturan genotipleri ise 25 (3.12), 130 (3.69), 40 (4.04), 2 (4.12) ve 133 (4.23) no'lu genotipler olarak sıralanmıştır (Çizelge 4.45.).

Tuz ve kuraklık stresi, yeşil aksam K iyon konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. Genel olarak tuz stresinin, kuraklık stresine oranla K iyonu üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Genotip ortalamasına bakıldığında tuz stresinde K iyon konsantrasyonu % 2.23 olmasına karşılık, kuraklık stresinde genotiplerin K iyon içeriği % 1.83 olarak saptanmıştır. Genotiplerin kontrolleri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimler incelendiğinde ise tuz stresi koşullarında % 40.93, kuraklık stresinde ise % 38.73 düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Yeşil aksam K iyon konsantrasyonu bakımından elde edilen genel tarama çalışması ile genel olarak

uyum göstermiş, tuz stresinin kuraklık stresine göre daha fazla K iyon kaybına neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.44. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	4.40 a-c	2.22 a-f	-49.59	3.03 d-h	1.57 d-h	-48.18
3	3.14 c-e	1.58 f	-49.75	2.66 gh	1.58 d-h	-40.60
25	4.25 a-d	2.11 b-f	-50.33	2.96 e-h	1.50 d-h	-49.32
40	5.32 a	1.93 c-f	-63.69	3.90 a-e	1.85 b-g	-52.31
52	4.04 a-e	2.11 b-f	-47.82	3.59 b-g	1.86 b-g	-47.91
69	3.29 c-e	1.90 d-f	-42.52	3.15 c-h	2.47 a	-21.59
99	4.01 a-e	2.89 ab	-27.64	3.17 c-h	2.28 ab	-27.76
100	3.60 b-e	2.06 b-f	-42.78	4.31 ab	1.98 a-f	-54.17
107	4.96 ab	2.54 a-e	-48.75	2.21 h	1.47 e-h	-33.48
130	3.94 a-e	2.48 a-f	-36.74	3.99 a-d	1.43 f-h	-64.00
133	2.82 de	2.18 b-f	-22.70	2.40 h	1.31 gh	-45.42
159	4.16 a-e	2.86 a-c	-31.32	2.46 h	2.02 a-e	-17.89
179	4.28 a-c	2.84 a-d	-33.71	4.12 a-c	2.20 a-c	-46.49
196	4.30 a-c	3.15 a	-26.47	2.87 f-h	2.32 ab	-19.16
244	2.82 de	1.96 b-f	-30.50	2.45 h	1.67 c-h	-31.43
252	4.48 a-c	1.78 ef	-60.23	4.58 a	1.50 d-h	-67.25
272	3.62 b-e	2.36 a-f	-34.88	3.65 a-f	1.76 b-h	-24.38
280	3.38 c-e	2.02 b-f	-40.31	2.24 h	1.77 b-g	-20.89
305	2.80 e	1.92 c-f	-31.33	2.33 h	2.06 a-d	-11.59
375	3.32 c-e	1.74 ef	-47.65	2.43 h	1.20 h	-50.82
Ort.	3.85	2.23	-40.93	3.13	1.84	-38.73
$LSD_{(\%5)}$	1.19	0.95		0.98	0.57	

Çizelge 4.45. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	9.79 gh	0.40 c-g	-95.92	13.77 d-g	4.13 d-f	-70.00
3	9.25 h	0.34 e-g	-96.30	11.08 e-h	5.27 b-e	-52.48
25	9.65 h	0.43 c-g	-95.58	10.96 e-h	3.13 f	-71.49
40	14.77 ab	0.32 fg	-97.85	17.73 d	4.04 ef	-77.19
52	9.86 f-h	0.37 c-g	-96.26	14.96 de	4.68 c-f	-68.75
69	9.39 h	0.42 c-g	-95.55	10.16 e-h	6.68 b	-34.30
99	10.83 d-h	0.59 b-f	-94.57	10.57 e-h	5.45 b-e	-48.40
100	9.23 h	0.36 d-g	-96.11	14.40d-f	4.30 c-f	-70.11
107	17.09 a	0.61 b-e	-96.41	9.21 gh	5.65 b-e	-38.60
130	12.70 b-f	0.50 b-g	-96.05	23.53 ab	3.69 ef	-84.31
133	8.81 h	0.45 c-g	-94.87	11.43 e-h	4.23d-f	-63.02
159	14.36 a-c	0.65 bc	-95.46	14.47 d-f	10.63 a	-26.53
179	11.58 c-h	0.75 b	-93.56	22.94 bc	9.61 a	-58.12
196	12.98 b-e	1.09 a	-91.57	17.94 cd	11.05 a	-38.41
244	8.81 h	0.45 c-g	-94.95	9.42 f-h	5.25 b-e	-44.29
252	13.16 b-d	0.31 g	-97.65	28.63 a	6.25 bc	-78.17
272	11.33 d-h	0.48 b-g	-95.78	13.04 d-g	6.90 b	-47.07
280	10.25 e-h	0.62 b-d	-93.96	9.78 f-h	5.24 b-e	-46.48
305	9.32 h	0.50 b-g	-94.68	6.30 h	6.06 b-d	-3.79
375	12.31 b-g	0.57 b-g	-95.37	10.61 e-h	4.29 c-f	-59.60
Ort.	11.27	0.51	-95.42	14.05	5.83	-54.06
LSD $_{(\%5)}$	2.87	0.27		5.13	1.96	

4.2.14. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kök K Konsantrasyonu ve K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi köklerde K iyonunun azalmasına neden olurken, genotipler arasında da farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.46.). 20 adet kavun genotipinde ortalama K konsantrasyonu, % 1.22 olarak belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında K konsantrasyonu, daha çok yeşil aksamda yoğunlaşmış olmakla birlikte, genotiplerin stres koşullarında K iyonunu yeşil aksama gönderdikleri düşünülmektedir. Tuz uygulamasında en yüksek K konsantrasyonuna sahip olan genotipler sırasıyla 179 (% 2.01), 99 (% 1.91), 69 (% 1.89), 196 (% 1.64) ve 159 (% 1.41) olurken diğer genotiplerde % 1.95 ile 1.15 arasında değişim göstermiştir. Genotiplerin kontrol

bitkilerine oranla ortaya koydukları değişimler incelendiğinde K iyon konsantrasyonda oluşan azalmanın en düşük oranlarda meydana geldiği genotipler 99 (% 3.54), 69 (% 9.13), 196 (% 12.23), 2 (% 13.08) ve 159 (% 15.57) no'lu genotipler olurken; % değişimin en yüksek gerçekleştiği genotipler ise 40 (% 64.10), 252 (% 59.75), 133 (% 48.53), 375 (% 48.52) ve 280 (% 43.29) no'lu genotipler olarak saptanmıştır.

Kuraklık stresi yeşil aksam K konsantrasyonunda olduğu gibi kök K konsantrasyonunda da azalmaya neden olmuştur. Ancak K konsantrasyonunun yeşil aksamda daha fazla yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak genotipler ortalaması kök kısmında % 1.00 düzeyinde olmasına karşın yeşil aksamda % 1.84 oranına yükselmiştir. Genotiplerin kurak stresi altında en yüksek K konsantrasyonları 196 (% 1.41), 99 (% 1.32), 375 (% 1.30), 280 (% 1.29) ve 244 (% 1.28) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Kontrol bitkilerine oranla meydana gelen % değişimler bakımından ise bünyelerinde en fazla K iyonunu tutan genotipler içerisinde 99 (% 16.35), 69 (% 25.49), 159 (% 28.24), 196 (% 32.76) ve 375 (% 34.67) no'lu genotipler ilk sırayı almıştır. Kurak koşullarda K iyonu bakımından en fazla % değişimin gerçekleştiği genotipler ise 133 (% 74.18), 130 (% 66.99), 252 (% 64.63), 40 (% 62.87) ve 25 (% 62.33) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.46.).

Tuz stresi genotiplerin K/Na oranlarının da azalmasına neden olmuştur. 200 mM NaCl uygulaması karşısında bünyelerine Na iyonu yerine K iyonunu tercih ederek kök K/Na değerleri bakımından en yüksek oranları oluşturan genotipler 69 (1.15), 179 (0.90), 196 (0.80), 99 (0.77) ve 159 (0.48) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık tecihini Na iyonu yönünde kullanarak en düşük K/Na oranına sahip olan genotipler ise 40 (0.26), 107 (0.27), 280 (0.28), 375 (0.29) ve 252 (0.30) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.47.).

Kuraklık stresi genotiplerin K/Na oranlarının da etkisiyle kontrol bitkilerine oranla azalmasına neden olmuştur. Su stresi karşısında K iyonunu tercih eden genotipler 3 (2.88), 272 (2.76), 99 (2.37), 52 (2.27) ve 280 (2.01) no'lu genotipler olurken; en düşük K/Na oranları 130 (0.71), 196 (0.75), 40 (0.87), 25 (0.91) ve 133 (1.04) no'lu genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4.47.).

Tuz ve kuraklık stresinin kök K iyonu bakımından meydana getirdikleri değişimler karşılaştırıldığında ise yeşil aksamdan farklı olarak kuraklık stresinin köklerde K iyonu bakımından daha fazla kayıplara neden olduğu görülmüştür. Bitkilerin kuraklık stresi karşısında ilk savunma sistemini köklerde kurarak ozmotik dengeyi sağlamaya çalıştıkları düşünülürken, tuz stresinde mevcut olan K konsantrasyonunun yeşil aksama gönderilmesi ve strese dayanım mekanizması kurulmaya çalışıldığı görülmektedir. Genel olarak tuz stresinde köklerde meydana gelen % değişim, % 28.72 olurken, kuraklık stresinde bu oran % 45.06 düzeyine çıkmıştır. Elde edilen bulgular genel tarama çalışması ile de paralelik göstermiştir.

Çizelge 4.46. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	1.29 d-f	1.13 d-g	-13.08	1.87 a-e	1.02 a-c	-45.21
3	1.35 c-f	0.99 e-g	-26.67	2.32 ab	1.41 a	-38.79
25	1.62 c-f	1.36 b-f	-16.05	1.46 c-e	0.55 c	-62.33
40	1.95 a-e	0.70 g	-64.10	1.67 a-e	0.62 bc	-62.87
52	1.41 c-f	0.93 e-g	-34.04	1.89 a-e	0.89 a-c	-52.91
69	2.08 a-c	1.89 a-c	-9.13	1.53 b-e	1.14 a-c	-25.49
99	1.98 a-e	1.91 ab	-3.54	1.58 b-e	1.32 ab	-16.35
100	1.20 ef	0.87 e-g	-26.67	1.88 a-e	0.93 a-c	-50.53
107	1.39 c-f	0.84 fg	-39.57	2.07 a-d	1.05 a-c	-49.28
130	1.86 a-f	1.34 c-f	-27.42	2.09 a-d	0.69 a-c	-66.99
133	2.03 a-d	1.04 e-g	-48.53	2.44 a	0.63 bc	-74.18
159	1.67 b-f	1.41 b-e	-15.57	1.31 de	0.94 a-c	-28.24
179	2.61 a	2.01 a	-22.61	1.35 de	0.83 a-c	-38.52
196	1.88 a-f	1.64 a-d	-12.23	1.16 e	0.78 a-c	-32.76
244	1.78 b-f	1.40 b-e	-21.35	2.01 a-e	1.28 a-c	-36.00
252	2.41 ab	0.97 e-g	-59.75	2.29 a-c	0.81 a-c	-64.63
272	1.41 c-f	1.12 d-g	-19.86	1.92 a-e	1.22 a-c	-36.46
280	1.64 b-f	0.92 e-g	-43.29	2.08 a-d	1.29 a-c	-38.28
305	1.15 f	0.90 e-g	-22.41	2.23 a-c	1.19 a-c	-46.64
375	1.68 b-f	0.86 e-g	-48.52	1.99 a-e	1.30 a-c	-34.67
Ort.	1.72	1.22	-28.72	1.86	1.00	-45.06
LSD (%5)	0.78	0.55		0.84	0.75	

Çizelge 4.47. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök K/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	2.24 b-e	0.41 c	-81.86	4.18 c-e	1.58 b-e	-62.07
3	3.00 a-e	0.33 c	-89.00	11.60 ab	2.90 a	-75.02
25	2.84 a-e	0.41 c	-85.59	10.43 b	0.92 e	-91.21
40	3.75 ab	0.26 c	-93.19	3.21 c-f	0.87 e	-72.81
52	2.43 b-e	0.32 c	-86.81	11.81 ab	2.28 a-d	-80.68
69	3.35 a-d	1.15 a	-65.86	3.83 c-e	1.87 a-e	-51.14
99	3.81 ab	0.78 b	-79.44	4.54 cd	2.38 a-c	-47.72
100	1.88 de	0.33 c	-82.36	4.95 c	1.58 a-e	-68.14
107	2.62 a-e	0.28 c	-89.46	3.76 c-f	1.67 a-e	-55.72
130	2.91 a-e	0.47 c	-83.76	2.86 c-f	0.73 e	-74.63
133	3.85 a	0.35 c	-90.88	4.44 cd	1.03de	-76.72
159	2.83 a-e	0.48 c	-83.00	2.26 ef	1.31 c-e	-42.20
179	3.90 a	0.90 ab	-76.95	3.07 c-f	1.14 c-e	-62.94
196	2.58 a-e	0.81 b	-68.59	1.66 f	0.75 e	-54.74
244	2.44 a-e	0.44 c	-81.94	3.45 c-f	2.00 a-e	-42.00
252	3.60 a-c	0.30 c	-91.55	13.47 a	1.17 c-e	-91.29
272	2.07 c-e	0.41 c	-80.47	3.84 c-e	2.77 ab	-27.79
280	3.09 a-d	0.29 c	-90.72	2.68 d-f	2.02 a-e	-24.78
305	1.45 e	0.32 c	-77.67	3.10 c-f	1.08 c-e	-65.07
375	2.86 a-e	0.29 c	-90.04	3.16 c-f	1.57 b-e	-50.41
Ort.	2.87	0.47	-83.46	5.11	1.58	-60.85
LSD $_{(\%5)}$	1.56	0.26		2.09	1.31	

Bitkilerin geliştiği tuz ortamı ya da kuraklık, düşük ozmotik potansiyel, spesifik iyon toksisitesi, beslenme dengesizliği gibi nedenlerle birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Özellikle toksik Na ve Cl iyonlarının birikimi sonucu K iyonlarının hücre içerisindeki dengesinin de bozulmasına yol açmaktadır. Birçok araştırmacı hem floem hemde ksilem içerisinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan Na iyonunun, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmiştir (Bohra ve Döffling, 1993; Marschner, 1997, Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004). Yapraklarda artan Na konsantrasyonu fotosentez ve transprasyonu olumsuz etkilemekle birlikte Na ve K iyonlarının rekabeti nedeniyle K eksikliklerinin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Romero ve ark., 1997). Niu ve ark. (1995), Na ve K iyonlarının benzer katyonlar olması nedeniyle rekabet halinde olduğunu, Debouba ve ark. (2006) ise Na ve K iyonlarının hücresel seviyede

rekabete girdiklerini, Na iyonunun doku içerisine girerek membranlarda konsantrasyonunun artması ile membranda depolorizasyona neden olduğunu, bu durumun KOR (Potasyum Outward Rectifier) kanallarının açılarak potasyum kaybına neden olduğunu ifade etmiştir. Carjaval ve ark. (1998), kavunda Na ve Cl iyonlarındaki artış nedeniyle K iyonu miktarında azalma meydana geldiğini vurgulamıştır. Lacerda ve ark., (2003) ise toksik iyon birikiminin K iyon konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu, yapraklarda meydana gelen değişimin tuza hassas olan genotiplerde daha hızlı gerçekleştiğini ifade etmiştir. Yaptığımız özel tarama çalışmasında kavun genotiplerinin tuz stresi karşısında artan Na iyonu nedeniyle K iyonunda azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak bu değişim ön tarama çalışmasında olduğu gibi yeşil aksam kısmından daha belirgin görülmektedir. İncelenen genotipler içerisinde 196 (% 26.47), 99 (% 27.64), 159 (% 31.32) no'lu genotipler Na iyonu yerine K iyonunu tercih ederek ozmotik dengeyi sağlamaya çalışmışlardır. Bununla birlikte hassas olduğu düşünülen 40 (% 63.69), 252 (% 60.23), 3 (% 30.33) ve 2 (% 49.59) no'lu genotiplerde bitkiler Na iyonunu tercih ederken bünyelerinde K iyonu bakımından meydana gelen değişimler diğer genotiplere göre daha yüksek olmuştur.

Bitkilerin tuz stresi karşında farklı oranlarda aldıkları Na ve K konsantrasyonu ve bünyelerindeki K/Na oranları, genotiplerin tuz stresine dayanıklılıklarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar bünyelerinde Na iyonu yerine K iyonunu tercih eden ve dolayısıyla daha yüksek K/Na oranlarına sahip olan genotiplerin tuza dayanımlarının da yüksek olabileceği yönündedir (Karanlık, 2001; Aktaş, 2002; Daşgan ve ark., 2002; Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004). Asch ve ark. (2000) çeltikte en hassas çeşitlerin en düşük K/Na oranına sahip olduklarını saptamışlardır. Rubai ve ark. (2003) bitkilerde Na ve K rekabetinin K lehine olması durumunda K/Na oranlarının yükseleceğini ifade ederken; Yetişir ve Uygur (2009), karpuz ve kabakta tuz stresine toleransı olan genotiplerin daha yüksek K/Na oranına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Grewal (2010), artan tuz konsantrasyonlarının Na ve K iyonları arasındaki rekabet nedeniyle K alımının engellendiğini, bu nedenle K/Na oranlarının azaldığını bildirmiştir. Bu

çalışmada elde edilen sonuçlar araştırıcıların sunduğu sonuçlarla da desteklenmektedir.

Kuraklık stresi, yeşil aksam ve kök K konsantrasyonunda azalmalara neden olmuştur. Bitkide birçok enzim için katalizör eğilimi gösteren, enzimlerin etkin kullanılması ve fotosentetik aktivitenin artırılmasında görevli olan potasyum, bitkinin kuru madde üretiminin artmasında ve dolayısıyla kuraklık stresine toleransında oldukça etkili bir element niteliğindedir (Nasri ve ark., 2008). Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresinde de su eksikliği ile birlikte turgor basıncında meydana gelen azalma ve K alımının engellenmesi, kurak koşullarda bitki bünyesinde K konsantrasyonunda azalmaya neden olmaktadır. Brito ve ark. (2003), hücrede su potansiyelindeki azalma nedeniyle bazı ozmolitlerin birikiminde artış olabileceği, bunlardan birinin de K iyonu olduğunu ifade ederken, *Olea europaea* ssp. maderensis türünde orta düzeydeki kuraklık karşısında K iyon birikiminin kontrol bitkilerine oranla artış gösterirken, kuraklık seviyesinin artması ile K iyon birikiminin de azaldığını bildirmişlerdir. Hessini ve ark. (2009), *Spartina alterniflora* türünde kuraklık stresi karşısında K iyon konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini ifade etmiştir. Choluj ve ark. (2004) şeker kamışında; Güneş ve ark. (2008), ayçiçeiğinde; Sivritepe ve ark. (2008), kirazda yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin K iyounu alımının engellenerek bitki bünyesinde azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, araştırıcıların bulguları ile de desteklenmektedir. Bununla birlikte Huang (2001) çimde kuraklık stresi sonucu yaprakta K iyon konsantrasyonu artarken, kökte azalma gösterdiğini; Özpay (2008) ise fasulyede yaptığı çalışmada kuraklık stresinin özellikle kök ve yapraklarda K iyonunu artırıcı bir özellik taşıdığını bildirmiştir. Akhondi ve ark. (2006) ise yoncada kuraklık stresi sonucu, K iyon alımının arttığını, Na iyonundaki artış ile birlikte K/Na oranında gövde ve köklerde azalma gösterdiğini ifade etmiştir.

4.2.15. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin yeşil aksam Ca konsantrasyonları incelenerek elde edilen bulgular Çizelge 4.48.'de verilmiştir. 200 mM NaCl ile tuz stresi uygulanan bitkilerin Ca iyonu içerikleri, kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Kontrol koşullarında bulunan bitkilerde ortalama Ca konsantrasyonu % 4.35 olarak tespit edilirken, tuz stresi karşısında yeşil aksam Ca iyon içeriği % 3.04 olmuştur. Genotiplerin Ca konsantrasyonları bakımından farklılıkların ortaya çıktığı özel tarama çalışmasında tuz stresi altında bünyelerine en fazla Ca iyonu alan genotipler 179 (% 3.81), 280 (% 3.73), 99 (% 3.57), 196 (% 3.57) ve 52 (% 3.53) no'lu genotipler olmuştur. Genotiplerin tuz stresi koşullarında bünyelerine aldıkları Ca iyonu ile kontrol bitkilerine göre % değişimleri göz önüne alındığında tercihini Ca iyonu yönünde kullanarak kontrollerine göre en az kayıp gösteren genotipler 99 (% 12.50), 196 (% 15.80), 133 (% 16.20), 280 (% 16.70) ve 159 (% 20.55) no'lu genotiplerdir. Buna karşılık 252 (% 43.68), 107 (% 39.39), 3 (% 38.77), 40 (% 38.52) ve 305 (% 38.26) no'lu genotipler kontrole göre % kayıpları en fazla gerçekleştiği genotipler arasında ilk sıralarda yer almıştır.

Genel tarama çalışmasında olduğu gibi özel tarama aşamasında tekrarlanan kuraklık stresi, kavun genotiplerinin Ca konsantrasyonlarında azalmaya neden olmuştur. Kurak koşullarda bünyelerinde en fazla Ca iyonu bulunduran genotipler 159 (% 2.13), 196 (% 2.08), 375 (% 1.96), 244 (% 1.89) ve 280 (% 1.84) no'lu genotipler olmuştur. Genotiplerin Ca iyonu bakımından ortaya koydukları farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi için kontrol bitkileri ile karşılaştırılması amacıyla oluşturulan % değişimler hesaplanarak Çizelge 4.48'de verilmiştir. Buna göre kontrollerine göre en az Ca kaybı oluşturarak en az % değişimlerin meydana geldiği genotipler 196 (% 22.03), 99 (% 27.75), 159 (% 29.24), 69 (% 32.03) ve 375 (% 35.10) no'lu genotiplerdir. Su stresinde Ca konsantrasyonunun kontrole göre en fazla kayıp gösterdiği genotipler ise sırasıyla 130 (% 62.74), 252 (% 59.57), 100 (% 58.61), 107 (% 55.52) ve 40 (% 53.75) no'lu genotiplerdir (Çizelge 4.48.).

Tuz stresi karşısında kavun genotiplerinin ortamdan Ca ya daNa yönünde tercihlerini belirlemek amacıyla yeşil aksam Ca/Na oranları incelenerek elde edilen bulgular Çizelge 4.49.'da verilmiştir. Genotiplerin Ca/Na oranları bakımından ortaya koydukları farklılıklar ile % değişimleri göz önününe alındığında tercihlerini Ca yönünde kullanarak en düşük % değişimleri veren genotipler 196 (% 90.35), 280 (% 91.57), 99 (% 93.43), 179 (% 93.75) ve 275 (% 93.80) no'lu genotipler olurken, % değişimin en fazla meydana geldiği genotipler ise 252 (% 96.68), 40 (% 96.34), 272 (% 95.95), 107 (% 95.75) ve 130 (% 95.57) no'lu genotipler olarak sıralanmıştır.

Kuraklık stresi karşısında kavun genotiplerinin Ca/Na oranları da genotiplerin farklı tepkiler oluşturduğunu göstermiştir (Çizelge 4.49). Ca/Na oranları değerlendirildiğinde % değişimlerin en düşük olduğu genotipler 305 (% 31.29), 159 (% 37.03), 196 (% 40.95), 69 (% 43.27) ve 375 (% 46.28) no'lu genotiplerdir. Na iyonunun bünyede daha fazla olması buna karşılık Ca iyonunda meydana gelen azalma nedeniyle Ca/Na oranı bakımından en düşük oranları veren ve bu nedenle % değişimlerin en yüksek olduğu genotipler ise 130 (% 83.76), 40 (% 78.00), 252 (% 73.025), 100 (% 72.95) ve 2 (%72.29) no'lu genotiplerdir.

Tuz ve kuraklık stresi yeşil aksam Ca konsantrasyonunun değişen oranlarda azalmasına neden olmuştur. Genel olarak tuz stresinde ortalama Ca konsantrasyonu % 3.04 iken, kuraklık stresinde % 1.58 düzeyinde oluşmuştur. Kontrollere göre % değişimler göz önüne alındığında ise tuz stresinde % 29.77 olan Ca azalması, kuraklık stresinde % 44.49 düzeyine kadar çıkmıştır. Genel tarama aşamasında elde edilen veriler ışığında gerçekleştirilen özel tarama çalışmasında, kuraklık stresi altında bitkilerin Ca iyonu bakımından kayıplarının daha fazla olduğu buna karşılık tuz stresinde ozmotik dengenin sağlanması açısından Ca kullanımının tercih edildiği düşünülmektedir. Tuz ve kuraklık stresinde Ca/Na oranlarında meydana gelen değişimler farklılıklar oluşturmuştur. Özellikle tuz stresinde bünyedeki Na iyon miktarındaki artış, Ca/Na oranlarının önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Ancak kuraklık stresinde Na konsantrasyonun oldukça düşük düzeylerde olması Ca/Na oranlarının tuz stresine oranla daha yüksek oluşmasına yol açmıştır.

Çizelge 4.48. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	3.16 e	2.22 fg	-29.97	2.79 a-d	1.34 c-f	-52.14
3	4.72 a-d	2.89 a-f	-38.77	3.07 a-c	1.41 b-f	-53.72
25	4.18 b-e	2.78 c-g	-33.41	2.71 a-d	1.39 c-f	-48.71
40	4.17 b-e	2.92 a-f	-38.52	2.96 a-d	1.37 c-f	-53.75
52	5.63 ab	3.53 a-d	-37.41	2.52 a-d	1.33 d-f	-47.22
69	4.85 c-e	2.93 a-f	-23.64	2.35 cd	1.84 a-c	-32.03
99	4.08 c-e	3.57 a-c	-12.50	2.27 d	1.64 a-e	-27.75
100	3.95 c-e	2.87 c-g	-27.34	2.44 b-d	1.01 f	-58.61
107	4.57 a-e	2.76 c-g	-39.39	2.89 a-d	1.28 d-f	-55.52
130	3.68 c-e	2.60 d-g	-29.08	3.13 a-c	1.16 ef	-62.74
133	3.89 c-e	3.26 a-e	-16.20	3.26 a	1.75 a-d	-46.18
159	4.37 b-e	3.48 a-d	-20.55	3.01 a-d	2.13 a	-29.24
179	5.92 a	3.81 a	-35.64	3.06 a-c	1.64 a-e	-46.41
196	4.24 b-e	3.57 a-c	-15.80	3.06 a-c	2.08 a	-22.03
244	4.51 a-e	3.10 a-f	-31.04	3.00 a-d	1.89 ab	-36.67
252	3.48 de	1.96 g	-43.68	2.82 a-d	1.14 ef	-59.57
272	4.07 c-e	2.54 e-g	-37.50	3.15 ab	1.77 a-d	-43.81
280	4.48 a-e	3.73 ab	-16.70	2.87 a-d	1.84 a-c	-35.89
305	4.94 a-d	3.05 a-f	-38.26	2.60 a-d	1.64 a-e	-36.92
375	5.13 a-c	3.15 a-e	-29.98	3.02 a-d	1.96 a	-35.10
Ort.	4.35	3.04	-29.77	2.85	1.58	-44.49
LSD $_{(\%5)}$	1.51	0.92		0.78	0.50	

Çizelge 4.49. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde yeşil aksam Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	7.04i	0.40 fg	-94.33	12.73 d-f	3.53 f-j	-72.29
3	13.88 a-f	0.63 d-f	-95.49	12.33 d-g	4.57 e-i	-62.97
25	9.52 hi	0.56 d-g	-94.07	10.04 f-i	2.90 ij	-71.15
40	14.21 a-e	0.52 d-g	-96.34	13.91 b-f	3.06 h-j	-78.00
52	13.76 a-f	0.62 d-g	-95.51	10.50 f-i	3.35 g-j	-68.10
69	11.00 f-h	0.65 d-f	-94.09	9.87 f-i	5.60 c-f	-43.27
99	11.03 f-h	0.72 c-e	-93.43	7.57 hi	3.86 e-j	-48.99
100	10.13 gh	0.50 e-g	-95.05	8.13 g-i	2.20 j	-72.95
107	15.76 ab	0.67 d-f	-95.75	12.08 d-g	4.98 d-h	-58.79
130	11.87 e-h	0.53 d-g	-95.57	18.47 a	3.00 h-j	-83.76
133	12.16 d-h	0.68 c-f	-94.44	15.57 a-d	5.69 c-e	-63.46
159	15.10 a-d	0.79 b-d	-94.75	17.71 ab	11.15 a	-37.03
179	16.00 a	1.00 ab	-93.75	17.00 a-c	7.13 bc	-58.06
196	12.85 b-g	1.24 a	-90.35	14.75 a-e	8.71 b	-40.95
244	14.09 a-e	0.71 c-e	-94.98	11.54 d-h	5.94 c-e	-48.54
252	10.24 gh	0.34 g	-96.68	17.63 ab	4.75 e-i	-73.05
272	12.75 c-g	0.52 d-g	-95.95	11.25 e-h	4.46 e-i	-60.36
280	13.61 a-f	1.15 a	-91.57	12.48 d-f	5.41 c-g	-56.63
305	16.47 a	0.79b-d	-95.21	7.02 i	4.82 e-i	-31.29
375	15.44 a-c	0.96 a-c	-93.80	13.03 c-f	7.00 b-d	-46.28
Ort.	12.85	0.70	-94.56	12.68	5.11	-58.79
$LSD_{(\%5)}$	2.95	0.28		4.22	2.08	

4.2.16. Tuz ve Kuraklık Streslerinde Kök Ca Konsantrasyonu ve Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresi sonucu köklerde meydana gelen Ca iyonu değişimleri ve istatistiksel bulguları Çizelge 4.50.'de verilmiştir.

Tuz stresi karşısında kalsiyum iyonunun köklerde birikimi bakımından genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yeşil aksam ile karşılaştırıldığında genotiplerin kontrol ve stres bitkilerinin kök bölgesinde daha az oranda Ca iyonu içerdiği belirlenmiştir. Kavun genotipleri içerisinde tuz koşullarında bünyelerinde en fazla Ca iyonu birikimi sağlayan genotipler 272 (% 2.27), 99 (% 2.03), 280 (% 1.99), 133 (% 1.88), 375 (% 1.82) ve 305 (% 1.77) no'lu genotiplerdir. Tuz stresinin

kontrol koşullarına göre ortaya koydukları değişimler incelendiğinde genotipler içerisinde en az % değişimin görüldüğü 133 (% 14.93), 99 (% 15.70), 196 (% 17.65), 52 (% 17.75) ve 272 (% 18.64) no'lu genotipler ilk sıralarda yer almıştır. Özellikle 200 mM NaCl uygulaması karşısında Ca iyonu yerine Na iyonunu tercih ederek kontrol bitkilerine göre % değişimlerin en yüksek olduğu genotipler 2 (% 43.89), 252 (% 42.62), 100 (% 36.22), 375 (% 35.11) ve 25 (% 34.41) no'lu genotipler olmuştur.

Kuraklık stresi yeşil aksamda olduğu gibi Ca iyon içeriğinin azalmasına yol açmıştır. Buna rağmen stres koşullarında bünyesinde en fazla Ca iyonu içeren kavun genotipleri 159 (% 2.17), 305 (% 2.07), 196 (% 1.98),69 (% 1.93) ve 280 (% 1.92) no'lu genotipler olarak tespit edilmiştir. Genotiplerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimlere göre, ortamda bulunan Ca iyonundan en fazla faydalanarak bünyelerindeki Ca konsantrasyonunu koruyabilen genotipler 99 (% 7.25), 69 (% 8.49), 196 (% 11.16), 159 (% 16.15) ve 280 (% 19.58) no'lu genotipler olurken; 100 (% 52.12), 2 (% 47.74), 252 (% 46.15), 52 (% 45.36) ve 133 (% 39.72) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine oranla en yüksek % değişimler meydana gelmiştir (Çizelge 4.50.).

Genotiplerin tuz stresi koşullarında Ca/Na oranlarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, kontrol koşullarına oranla % 81 ile % 91 oranında değişimler meydana gelmiştir. Genotiplerin kök Ca/Na oranları bakımından % değişimlerin en az meydana geldiği genotipler 25 (% 81.08), 305 (% 80.45), 179 (% 77.71), 196 (% 72.17) ve 69 (% 72.02) no'lu genotipler olurken; en fazla değişimlerin oluştuğu genotipler ise 3 (% 90.61), 2 (% 88.94), 252 (% 88.62), 107 (% 88.50) ve 375 (% 88.61) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.51.).

Kuraklık stresinin kök Ca/Na oranları incelendiğinde kontrol ve stres bitkilerinde ortaya çıkan oranların yeşil aksam oranlarına göre daha düşük gerçekleştiği tespit edilmiştir. Köklerde belirlenen Ca/Na oranları bakımından % değişimlerin en az olduğu genotipler 280 (% 1.99), 272 (% 15.77), 244 (% 30.71), 159 (% 32.46) ve 69 (% 39.99) no'lu genotiplerdir. Kontrol bitkileri karşısında kayıpların en fazla meydana geldiği ve bünyelerine Ca iyonu yerine Na iyonunu tercih eden genotipler ise 252 (% 86.73), 25 (% 82.01), 52 (% 77.58), 3 (% 71.18) ve 100 8% 69.19) no'lu genotipler olmuştur (Çizelge 4.51.).

Tuz ve kuraklık stresi yeşil aksamda olduğu gibi kök kısmında da Ca konsantrasyonunda azlmaya neden olmuştur. Genel olarak genotiplerin Ca ortalamaları ve % değişimler benzerlik göstermesine karşın Ca/Na oranları arasında farklılıklar olduğu, kuraklık stresinde Na düzeylerinin düşük olması yeşil aksamda olduğu gibi köklerde de Ca/Na oranlarının kuraklık stresinde daha yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.50. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			**Kurak Denemesi**		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	2.34 a-d	1.23 f-h	-47.07	2.66 ab	1.39 b-e	-47.74
3	1.71 de	1.07 h	-37.30	2.11 ab	1.49 a-e	-28.91
25	2.62 ab	1.62 b-g	-38.13	2.00 ab	1.52 a-e	-24.00
40	2.22 b-e	1.46 d-g	-34.10	1.95 ab	1.32 c-e	-32.14
52	1.79 c-e	1.39 d-h	-22.41	1.93 ab	1.05 e	-45.36
69	2.31 a-d	1.71 b-f	-25.57	2.11 ab	1.93 a-c	-8.49
99	2.57 ab	2.03 ab	-20.47	2.07 ab	1.92 a-c	-7.25
100	1.96 b-e	1.18 gh	-39.83	2.59 ab	1.23 de	-52.12
107	2.29 a-d	1.50 c-h	-34.05	2.55 ab	1.61 a-e	-37.11
130	2.08 b-e	1.30 e-h	-37.43	2.37 ab	1.58 a-e	-33.33
133	2.34 a-d	1.88 a-d	-19.75	2.87 ab	1.72 a-e	-39.72
159	1.56 e	1.14 gh	-26.84	2.59 ab	2.17 a	-16.15
179	1.55 e	1.15 gh	-25.05	2.12 ab	1.64 a-e	-25.79
196	1.98 b-e	1.53 b-h	-22.31	2.23 ab	1.98 a-c	-11.16
244	1.99 b-e	1.42 d-g	-28.24	2.09 ab	1.61 a-e	-23.33
252	2.51 a-c	1.35 d-h	-45.86	2.59 ab	1.40 b-e	-46.15
272	2.96 a	2.27 a	-23.24	2.28 ab	1.68 a-e	-25.88
280	2.66 ab	1.99 a-c	-25.20	2.39 ab	1.92 a-c	-19.58
305	2.62 ab	1.77 a-e	-32.01	3.07 a	2.07 ab	-32.57
375	2.99 a	1.82 a-e	-38.78	2.53 ab	1.88 a-d	-25.98
Ort.	2.25	1.55	-31.18	2.36	1.66	-29.14
LSD $_{(\%5)}$	0.68	0.52		1.11	0.68	

Çizelge 4.51. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde kök Ca/Na oranları ve kontrole göre değişimleri (%)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	4.03 a-e	0.45 d-f	-88.94	5.91 de	2.14 b-d	-63.82
3	3.80 a-e	0.36 f	-90.61	10.55 c	3.04 a-d	-71.18
25	2.58 ef	0.49 d-f	-81.08	14.29 ab	2.57 a-d	-82.01
40	4.02a-f	0.53 c-f	-86.74	3.77 ef	1.87 cd	-50.30
52	3.09 c-f	0.48 d-f	-84.47	12.13 bc	2.72 a-d	-77.58
69	3.73 a-f	1.04 a	-72.02	5.30 d-f	3.18 a-c	-39.99
99	4.94 ab	0.84 ab	-83.08	5.91 de	3.43 ab	-42.03
100	3.06 c-f	0.44 d-f	-85.51	6.82 d	2.10 b-d	-69.16
107	4.32 a-d	0.50 d-f	-88.50	4.65 d-f	2.56 a-d	-45.10
130	3.25 b-f	0.45 d-f	-86.01	3.25 f	1.66 d	-48.77
133	4.42 a-c	0.63 c-d	-85.76	5.22 d-f	2.84 a-d	-45.65
159	2.64 d-f	0.39 ef	-85.28	4.48 d-f	3.03 a-d	-32.46
179	2.31 f	0.52 c-f	-77.71	5.05 d-f	2.25 b-d	-55.51
196	2.71 d-f	0.75 bc	-72.17	3.24 f	1.91 cd	-40.94
244	2.73 c-f	0.45 d-f	-83.50	3.68 ef	2.55 a-d	-30.71
252	3.75 a-f	0.43 d-f	-88.62	15.29a	2.03 b-d	-86.73
272	4.35 a-d	0.81 ab	-81.31	4.56 d-f	3.84 a	-15.77
280	5.02 a	0.61 b-e	-87.76	3.08 f	3.02 a-d	-1.99
305	3.28 b-f	0.64 b-d	-80.45	4.26 ef	1.88 cd	-55.87
375	5.07 a	0.60 b-f	-88.16	4.05 ef	2.27 b-d	-44.07
Ort.	3.65	0.57	-83.89	6.27	2.54	-49.98
LSD $_{(\%5)}$	1.71	0.24		2.49	1.46	

Ca hücre içerisindeki iç dengenin sağlanması ve hücre zararının sağlamlaştırılması açısından oldukça önemli bir element niteliğindedir. Özellikle NaCl hücre içerisindeki artışına bağlı olarak iyon alınımı ve taşınımında seçiciliğinin etkili olması bakımından Ca bir ozmoregülatör olarak görev yapmaktadır (Lynch ve ark., 1989). Bunun dışında özellikle stres koşullarında inhibitör olarak görev yapan enzim faaliyetlerinde etkili olmakta, strese adaptasyonun artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Niu ve ark, 1995). Kalsiyum, tuz stresi koşullarında sodyumun hücre üzerindeki engelleyici etkisini hafifleterek hücre bütünlüğünü sağlamada etkili bir elementtir (Maeda ve ark., 2003).

Tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinde Ca konsantrasyonunun yeşil aksam ve köklerde azaldığı görülmüştür. Özellikle kök bölgesinden yeşil aksama taşınan Ca iyonları tolerant olan 196, 159 ve 99 no'lu

genotiplerde iyon dengesinin sağlanarak Na toksik etkisinin azaltılması böylece tuz stresine adaptasyonun artırılmasında oldukça etkili bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Asraf ve ark. (2003), bamyada gövde ve kök kısımlarında Na ve Cl iyonlarındaki artışa karşın, K ve Ca iyon konsantrasyonlarında azalma meydana geldiğini ifade ederken; Yetişir ve Uygur (2009), Na birikimine bağlı olarak Ca konsantrasyonunun azaldığını, bu nedenle Ca/Na oranlarında da azalma meydana geldiğini ifade etmiştir. Daşgan ve ark. (2006), fasulyede yaptıkları bir çalışmada tuza karşı hassas olan ve büyük oranda zararlanmanın gerçekleştiği genotiplerin yeşil aksam dokularında Na iyonunun daha fazla olduğunu buna karşılık Ca ve K konsantrasyonlarının daha düşük düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir. Hamed ve Asraf (2008), tuz koşullarına adapte olan çim bitkilerinin K ve Ca alımını artırarak bünyelerine Na iyonunun alımını sınırlandırdığını ifade etmişlerdir. Grewal (2010), arpa, buğday, kolza ve nohutta yaptığı çalışmada artan tuz konsantrasyonu ile birlikte bünyede artan Na konsantrasyonunun Ca alımını olumsuz etkilediğini, tuz stresi sonucu Ca/Na oranlarının da azaldığını, bu oran ile kuru ağırlık arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu tespit etmiştir.

Kuraklık stresi, bünyede bulunan Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. Özellikle su eksikliği sonucu bitki besin elementelerinin yeterince alınamaması bitkilerde Ca eksikliğinin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yaptığımız çalışmada genel tarama ve özel seçim aşamalarında kuraklık stresi bitkilerde Ca eksikliklerinin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak özellikle tolerant olarak tespit edilen 159 ve 196 no'lu genotiplerde her iki tarama çalışmasında da kontrollerine en yakın Ca içeriğini ortaya genotipler olmuşlardır. Bu genotiplerde Ca, özellikle ozmotik dengenin sağlanması ve enzim aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde etkili olarak kuraklığa adaptasyonun sağlanmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Sivritepe ve ark. (2007) kirazda; Güneş ve ark. (2006) nohutta yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi sonucu kalsiyumun azalma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir. Buğdayda yapılan bir kuraklık çalışması, su stresinin kalsiyum konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu, bu etkinin hassas genotiplerde daha önce ortaya çıktığını göstermiştir (Abdalla ve El-Khohiban, 2007). Errabii ve ark., (2006) şeker kamışı, Köşkeroğlu (2006) mısırda; Siddiqui ve ark.

(2008) *Brassica napus*'ta yapılan tuz ve kuraklık stresi çalışmasında Ca ve K iyonlarında azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Akhondi ve ark. (2006), yoncada artan kuraklık stresi sonucu Ca konsantrasyonunun artış gösterdiğini; Sanchez ve ark. (2007), kuraklık stresinin Ca konsantrasyonunda artışa neden olduğunu ifade etmişlerdir.

4.2.17. Tuzluluk Stresi Sonunda Yeşil Aksam ve Köklerde Cl Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Özel seçim aşamasında kavun genotiplerinin Cl konsantrasyonları ve kontrollerine göre meydana gelen değişimler Çizelge 4.52. ve 4.53.'te verilmiştir.

Tuz uygulaması kavun genotiplerinin yeşil aksam kısmında Cl konsantrasyonlarının kontrol bitkilerine oranla artışına yol açmıştır. Genotipler içerisinde en yüksek Cl konsantrasyonları 252 (%4.20), 107 (% 4.17), 40 (% 3.98), 25 (% 3.41) ve 2 (% 3.39) no'lu genotiplerde tespit edilmiştir. Genotiplerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimler göz önüne alındığında kontrol bitkilerine oranla bünyesinde en az Cl iyonu bulunduran ve en düşük % değişimlerin gerçekleştiği genotipler sırasıyla 196 (% 758.33), 179 (% 761.29), 280 (% 885.71), 375 (% 929.63) ve 69 (% 1037.84) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık kontrol bitkilerine göre en fazla % değişimin belirlendiği genotipler ise 130 (% 2190.91), 40 (% 1994.74), 272 (% 1892.31), 133 (% 1644.44) ve 305 (% 1642.86) no'lu genotipler olduğu tespit edilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması sonucu köklerde Cl konsantrasyonunda da artış meydana gelmiştir. Ancak yeşil aksam ile karşılaştırıldığında köklerde meydana gelen Cl artışı ve % değişim ortalamaları yeşil aksam kısmına göre daha düşük düzeylerde seyretmiştir. Genel seçim aşamasında olduğu gibi özel tarama çalışmasında da kavun genotiplerinin genel olarak aldıkları Cl iyonunu yeşil aksama gönderdiği düşünülmektedir. Kök bölgesinde kontrol bitkilerine göre oluşan % değişimlerde genotipler arasında farklılıklar yaratmıştır. Bünyesinde bulunan Cl iyonunu yeşil aksama göndererek ya da bünyesinden uzak tutarak % değişimin en az geliştiği genotipler 179 (% 215.79), 375 (% 221.92), 159 (% 226.92), 99 (% 249.12)

ve 107 (% 293.55) no'lu genotipler olurken; % değişimin en yüksek olduğu genotipler 25 (% 725.71), 272 (% 506.25), 252 (% 463.64), 130 (% 430.19) ve 2 (% 411.86) no'lu genotipler şeklinde sıralnamıştır.

Çizelge 4.52**.** Özel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde yeşil aksam Cl iyonu konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim	Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim
2	0.22 ab	3.39 b-e	1440.91	159	0.21 a-c	3.23 c-h	1438.10
3	0.18 bc	2.81 d-h	1461.11	179	0.31 ab	2.67 e-i	761.29
25	0.23 a-c	3.41 a-e	1382.61	196	0.24 a-c	2.06 i	758.33
40	0.19 bc	3.98 a-c	1994.74	244	0.20 a-c	3.28 c-g	1540.00
52	0.26 a-c	3.25 c-h	1150.00	252	0.26 a-c	4.20 a	1515.38
69	0.37 a	4.21 a	1037.84	272	0.13 bc	2.59 f-i	1892.31
99	0.18 bc	3.00 a-d	1566.67	280	0.21 a-c	2.07	885.71
100	0.26 a-c	3.38 b-f	1200.00	305	0.14 bc	2.44 hi	1642.86
107	0.30 ab	4.17 ab	1290.00	375	0.27 a-c	2.78 d-i	929.63
130	0.11 c	2.52 g-i	2190.91	Ort.	0.22	3.13	1386.14
133	0.18 bc	3.14 d-h	1644.44	LSD (%5)	0.18	0.79	

Çizelge 4.53. Özel tarama çalışmasında tuz stresi sonunda genotiplerde kök Cl iyonu konsantrasyonları ve kontrole göre değişimleri (%)

Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim	Genotip	Kontrol	Tuz	%Değişim
2	0.59 a-c	3.01 ab	411.86	159	0.60 a-c	1.95 c	226.67
3	0.56 a-c	2.84 ab	407.14	179	0.76 a	2.39 a-c	215.79
25	0.35 c	2.88 ab	725.71	196	0.51 a-c	2.06 c	305.88
40	0.59 a-c	2.81 ab	376.27	244	0.52 a-c	2.32 bc	346.15
52	0.68 ab	2.82 ab	316.18	252	0.55 a-c	3.10 a	463.64
69	0.51 a-c	2.32 bc	356.86	272	0.48 bc	2.90 ab	506.25
99	0.57 a-c	1.98 c	249.12	280	0.50 bc	2.35 bc	370.00
100	0.50 a-c	2.17 bc	360.00	305	0.53 a-c	2.57 a-c	384.91
107	0.62 ab	2.44 a-c	293.55	375	0.73 ab	2.35 bc	221.92
130	0.53 a-c	2.81 ab	430.19	Ort.	0.56	2.56	367.26
133	0.61 ab	2.90 ab	377.05	LSD (%5)	0.26	0.73	

Genel seçim taraması sonucunda belirlenen 20 adet kavun genotipi ile sürdürülen özel seçim aşamasında genotiplerin Cl iyonuna karşı gösterdikleri tepkiler de farklı olmuştur. Na iyonu alımında olduğu gibi 196, 179 ve 280 no'lu genotipler Cl iyonunu bünyelerinden uzak tutarak tuz stresinden korunmaya çalışmışlar ve nispeten daha düşük skala değerine sahip olmuşlardır. Ancak Na kabullenen özelliği gösteren 99 ve 159 no'lu genotipler yüksek miktarda Cl iyonunu bünyelerine

almalarına karşın düşük skala değerine sahip olmuşlar, klorun toksik etkisini bünyelerinde oluşturdukları düşünülen özelleşmiş dokuları sayesinde elimine edebilmişlerdir. Genel olarak özel tarama çalışmasında elde edilen Cl konsantrasyonları ve genotiplerin Cl iyon değişimleri genel tarama çalışması ile uyum göstermiştir. Ortamda sodyum klorürün fazla olması, Na ve Cl iyonlarının hücrelerde konsantrasyonunun artmasına ve hücresel sistemlerde bozulmalara neden olmaktadır (Bohra ve Döffling, 1993; Marschner, 1997, Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004). Carjaval ve ark. (1998) kavunda, Asraf ve ark. (2003) bamyada, Debouba ve ark. (2006) domateste yaptıkları çalışmalarda tuz uygulamaları karşısında bitki bünyesinde Na iyonu ile birlikte Cl iyonu miktarında da artışlar meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Dadkhah ve Grrifiths (2006), şeker pancarında tuz uygulaması ile bitki bünyesinde Cl konsantrasyonunun artmasına karşın tolerant olan genotiplerde bu artışın daha düşük düzeylerde gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Hussain ve ark. (2008) ise Na ve Cl iyonlarının daha çok yeşil aksamda birikme eğilimi gösterdiğini tespit etmiştir. Grewal (2010), bitki dokularında artan Cl konsantrasyonunun kök gelişimini olumsuz etkilediğini saptamıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırıcıların ortaya koyduğu bulgular ile de paralellik göstermiştir.

4.2.18. Tuzluk ve Kuraklıkta Bitkilerin Su Kullanım Etkinlikleri

Tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerinin su kullanım etkinlikleri hesaplanarak Çizelge 4.54.'te verilmiştir.

Tuz stresi tüm genotiplerde kontrol bitkilerine oranla su kullanım etkinliklerinde azalmaya neden olmuştur. Bitkilerin verilen su miktarı her iki denemede yaklaşık olarak aynı miktarda olmuştur. Özel seçim aşamasında geneotiplerin su kullanım etkinlikleri incelendiğinde en yüksek etkinliğin 159 (0.40 g/L) ve 179 (% 0.37 g/L) no'lu genotiplerde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Genotipler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında su kullanımının en etkin gerçekleştirildiği genotipler 159 (% 63.89), 196 (% 66.50), 179 (% 66.98), 99 (% 67.39) ve 280 (% 68.11) no'lu genotipler olurken; en yüksek % değişimlerin görüldüğü ve en fazla su

tüketimin gerçekleştiği genotiplerin 252 (% 77.32), 272 (5 74.23), 40 (% 72.91), 2 (% 72.83) ve 375 (% 72.64) no'lu genotipler olduğu saptanmıştır.

Kuraklık stresi genotiplerin su kullanım etkinliklerini farklı şekillerde etkilemiştir. Genel tarama çalışması ile karşılaştırıldığında iklim odası koşullarında bitkilerin daha fazla su kullandığı, bu nedenle genel olarak genotipler ortalamasının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bazı genotiplerde kontrol bitkilerine göre artışlar meydana gelirken, bazı genotiplerde ise azalmalar ortaya çıkmıştır. Özellikle 196 (% 82.14), 179 (% 56.25), 244 (% 38.78), 159 (% 29.31) ve 305 (% 25.49) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine göre en yüksek artışlar meydana gelmiştir. Ancak 252 (% 26.98), 3 (% 21.74), 272 (% 14.04), 52 (% 13.70) ve 40 (% 13.64) no'lu genotiplerde ise yüksek oranlarda azalma gerçekleşmiştir.

Wang ve ark. (2006), tuz stresinin hıyar çeşitlerinde su kullanım etkinliğinin azalmasına neden olduğunu, Grewal (2010), Na ve Cl iyonlarının toksik etkisi nedeniyle, tuz stresi koşullarında su kullanım etkinliğinin azaldığına dikkati çekmiştir. Gholipoor ve ark. (2005) ve Stoeva ve Kaymakanova (2008) tuz koşullarında su kullanım etkinliklerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Anyia ve Herzog (2004) tarafından baklada yapılan bir çalışmada farklı genotiplerin farklı mekanizmalar ortaya koydukları, bazı genotiplerde kontrol bitkilerine göre su kullanım etkinliği bakımından artışlar görülürken, bazı genotiplerde azalmalar ortaya çıkabildiği görülmüştür. Karipçin (2009), karpuzda kuraklık etkisi ile genotiplerin su kullanım etkinliklerinin de arttığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda özel seçim aşamasında elde edilen sonuçlar araştırıcıların bulguları ile de paralellik göstermiştir. Seghatoleslami ve ark. (2008) ise kuraklık stresinin su kullanım etkinliğinde de azalmaya neden olabileceğini bildirmiştir. Ayaş ve Demirtaş (2009)'da hıyarda yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresinin su kullanım etkinliğinde azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir. Rivelli ve ark. (2004), kavunun kuraklık stresi karşısında, dokularındaki su potansiyelini yavaşca negatif düzeye indirerek toprak su potansiyeli ile eşitleyebildiğini, bu sırada trasnsprasyonu sınırlandırarak tolerantlık sağlayabildiğini, kavunun bibere göre daha yüksek su kullanım etkinliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.54. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri sonunda genotiplerde su kullanım etkinlikleri ve kontrole göre değişimleri (g/L)

	Tuz Denemesi			Kurak Denemesi		
Genotip	**Kontrol**	**Tuzluluk**	**% Değişim**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**% Değişim**
2	0,93 b	0,25 e	-72,83	0.51 ab	0.46 ef	-9.80
3	1,09 ab	0,30 b-e	-72,38	0.46 b	0.36 f	-21.74
25	1,08 ab	0,33 b-d	-69,81	0.49 ab	0.50 c-f	2.04
40	0,97 ab	0,26 de	-72,91	0.66 b	0.57 b-f	-13.64
52	1,07 ab	0,30 b-e	-72,39	0.73 a	0.63 b-e	-13.70
69	1,10 ab	0,33 b-d	-69,59	0.66 b	0.74 b-d	12.12
99	1,04 ab	0,34 a-c	-67,39	0.63 ab	0.77 a-c	22.22
100	1,17 a	0,34 a-d	-71,24	0.68 ab	0.78 ab	14.71
107	1,05 ab	0,31 b-e	-70,89	0.60 ab	0.70 b-e	16.67
130	1,07 ab	0,33 b-d	-69,34	0.58 ab	0.67 b-e	15.52
133	0,98 ab	0,27 de	-72,54	0.62 ab	0.69 b-e	11.29
159	1,12 ab	0,40 a	-63,89	0.58 ab	0.75 b-d	29.31
179	1,11 ab	0,37 ab	-66,98	0.48 b	0.75 b-d	56.25
196	1,05 ab	0,35 a-c	-66,50	0.56 ab	1.02 a	82.14
244	1,14 a	0,35 a-c	-69,34	0.49 ab	0.68 b-e	38.78
252	1,04 ab	0,24 e	-77,32	0.63 ab	0.46 ef	-26.98
272	1,12 ab	0,29 c-e	-74,23	0.57 ab	0.49 d-f	-14.04
280	1,15 a	0,36 ab	-68,91	0.57 ab	0.62 b-e	8.77
305	1,08 ab	0,31 b-e	-71,77	0.51 ab	0.64 b-e	25.49
375	1,06 ab	0,29 c-e	-72,64	0.62 ab	0 .77 ab	24.19
Ort.	1,07	0,32	-70,64	0.58	0.65	12.98
LSD $_{(\%5)}$	0.21	0.07		0.24	0.26	

4.2.19. Özel Tarama Aşamasında Elde Edilen Korelasyon Bulguları

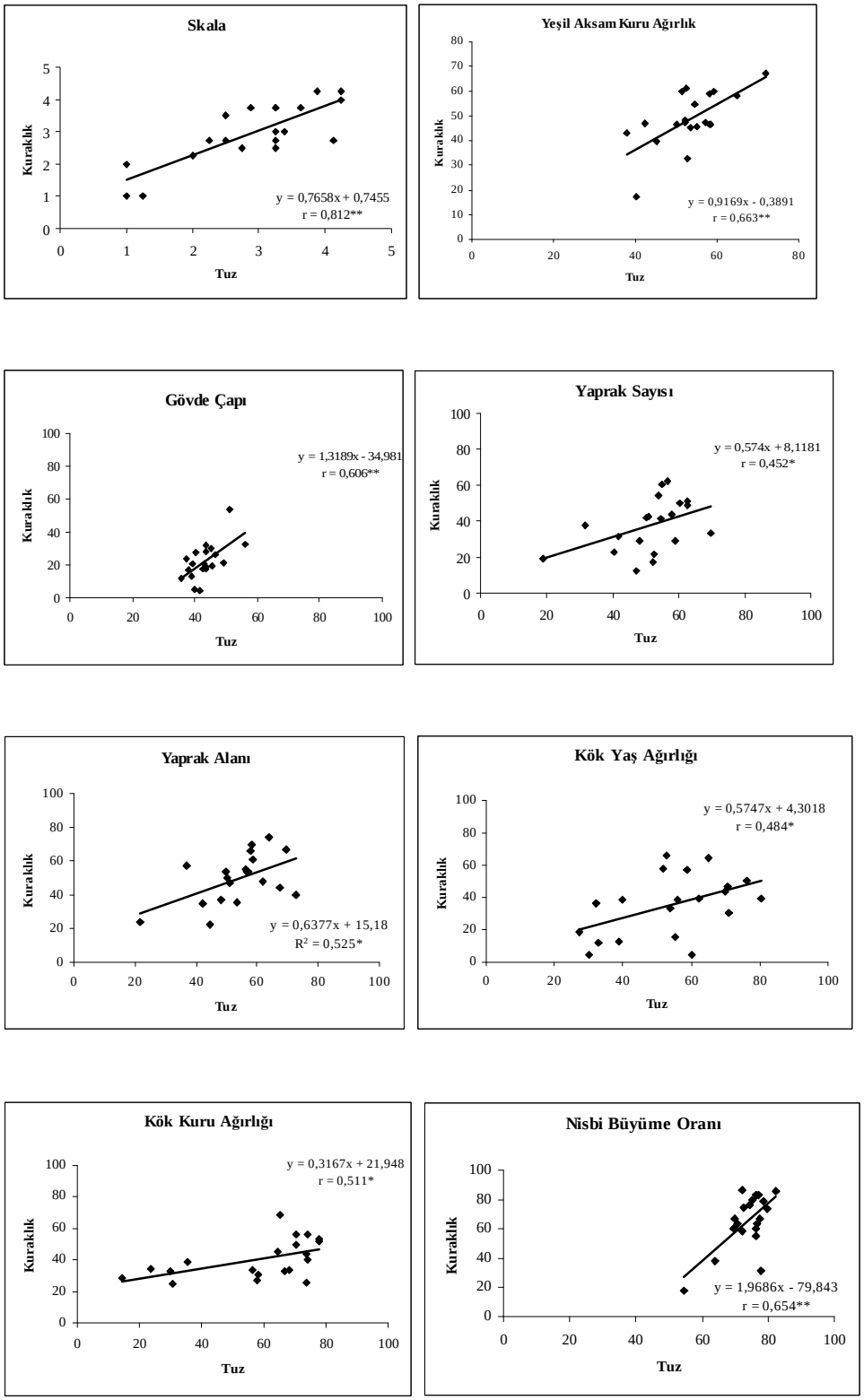
Genel tarama çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar ışığında belirlenen 20 genotip ile gerçekleştirilen özel tarama çalışması sonucunda tuz ve kuraklık stresinin incelenen parametreler bakımından ilşkileri incelenmiş ve bulgular Şekil 4.1'de sunulmuştur. Korelasyon bulguları tuz ve kuraklık stresinde bitkilerin kontrollerine göre % değişimleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.55.).

Tuz ve kuraklık stresi skala değerlendirmesinde en yüksek korelasyonu veren parametre olmuştur. İki farklı stres faktörünün bitkilerin görsel zararlanma derecesine göre oluşturulan skala değerlendirmesinde genotipler üzerinde birbirine yakın etkiler oluşturduğu ve 0.812 düzeyinde bir korelasyon katsayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Genotipler tuz ve kuraklık stresinde özellikle su noksanlığı

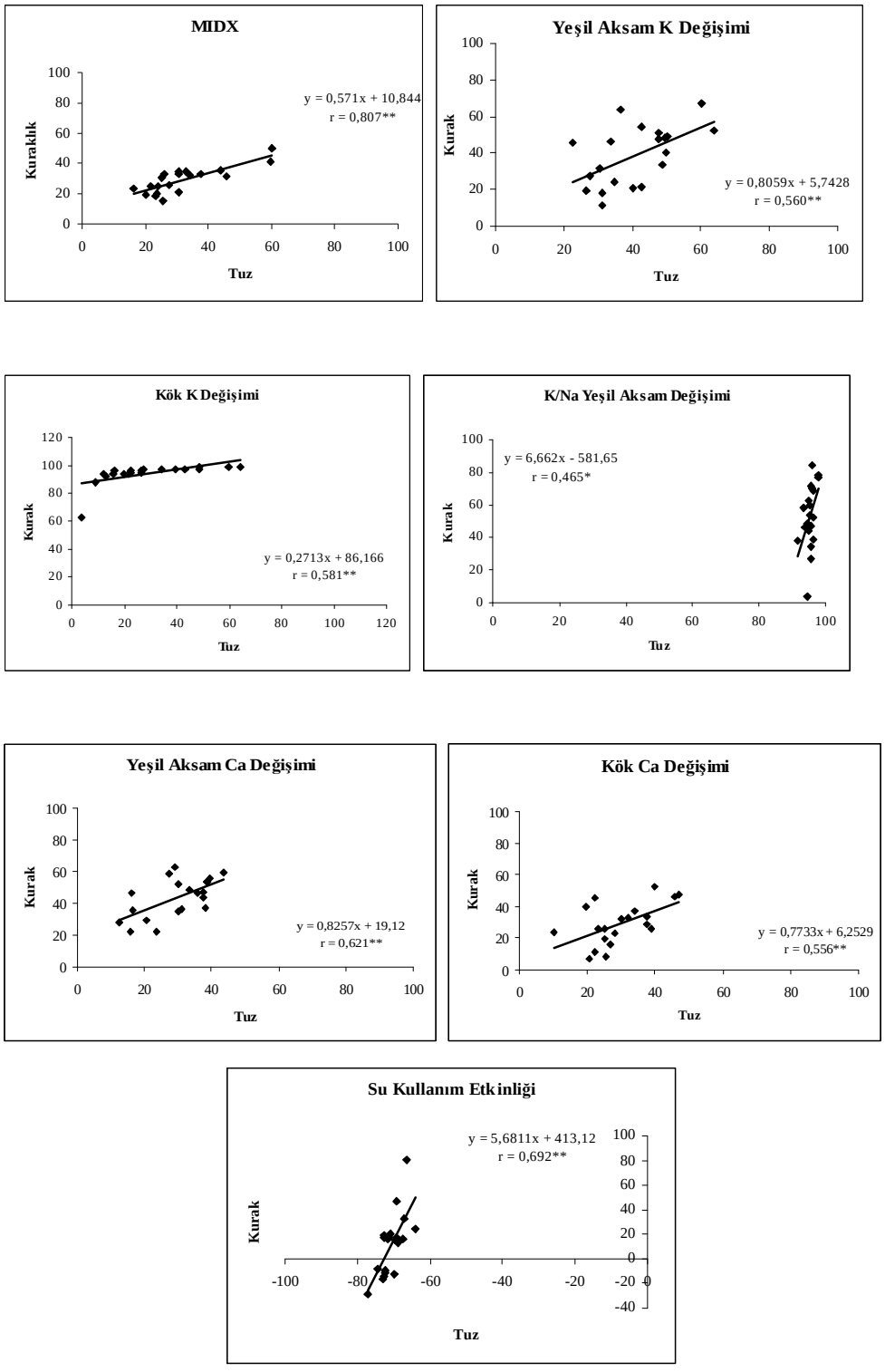
nedeniyle oluşan stres sonucu hücrelerde önemli zararlanmalar ile karşı karşıya kalmışlardır. Bu amaçla incelenen membran zararlanma indeksi 0.807 korelasyon katsayısı ile her iki stresin de hücrelerde önemli tahribata neden olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde yeşil aksam kuru ağılığı 0.663; nispi büyüme oranı 0.654 ve gövde çapı 0.606 ile en yüksek korelasyon kaysayılarını oluşturan parametreler olmuştur. Yaprak sayısı ve yaprak alanı her iki stres koşullarında da azalma göstermiştir. Kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık stresinde gösterdikleri tepkiler bu bakımdan da benzerlikere sahip olmuş 0.452 ve 0.525 korelasyon katsayıları ile iki stresin etkisi genotipler düzeyinde paralellik göstermiştir. Bir diğer parametre olan kök yaş ve kuru ağırlık değişimleri de iki stres arasında bağlantılı olup, meydana gelen azalma tuz ve kuraklık streslerinde benzerlik göstermiştir (korelasyon katsayıları, 0.484 ve 0.511).

Tuz ve kuraklık stresinde tolerant genotiplerin belirlenebilmesi için incelenen bir diğer parametre ise su kullanım etkinliği olmuştur. Tuz stresinin ikincil bir kuraklık stresi olduğu göz önüne alındığında, ortamda bulunan suyu en iyi şekilde kullanarak kuru madde üretimini sağlayan genotiplerin stres koşullarında daha iyi bir gelişim gösterebildiği tespit edilmiştir. Bu saptama her iki stres için de geçerli olup incelenen korelasyon bulguları da 0.692 katsayı ile bu tespitimizi desteklemektedir.

Bitkilerin stres koşullarında iyon regülasyonları da incelenmiş, tuz ve kuraklık stresi koşullarında yeşil aksam ve kök K içeriğinin 0.560 ve 0.591 korelasyon katsayıları ile önemli düzeyde birbiriyle ilişkili olduğu tespit ediliştir. Muhtemelen her iki stres koşulunda da K kavunda hücrelerde ozmotik dengenin sağlanmasında önemli bir kriter olarak görev yapmaktadır. Ancak yeşil aksam ve kök K/Na oranları incelendiğinde iki stres arasında oluşan korelasyon istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır. Bir diğer önemli element olan Ca tuz ve kuraklık stresinde genotiplerin tolerantlık düzeylerinin geliştirilmesinde etkili bir rol oynamaktadır. % değişim oranlarına göre oluşturulan korelasyon ilişkilerinde yeşil aksam Ca içeriği 0.621 olarak belirlenirken, kök Ca içeriği 0.556 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Potasyumda olduğu gibi Ca/Na oranları bakımından tuz ve kuraklık stresi arasındaki korelasyon önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.1. Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyonlar



Şekil 4.1 (devamı). Özel tarama çalışmasında tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyonlar

Çizelge 4.55. Çalışmada incelenen parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyon değerleri (Tuz ve kuraklık stresinde kontrollerine göre % değişimleri bakımından korelasyonlar oluşturulmuştur)

Parametre	Korelasyon Katsayısı (r)	Parametre	Korelasyon Katsayısı (r)
Skala	0.812**	Kök Na Konsat.	0.197
Yeşil Aks.Yaş Ağ.	0.293	Yeşil Aks.K Konsant	0.560**
Yeşil Aks.Kuru Ağ.	0.663**	Kök K Konsant.	0.581**
Bitki Boyu	0.226	Yeşil Aks.K/Na	0.465**
Gövde Çapı	0.606**	Kök K/Na	0.226
Yaprak Sayısı	0.452**	Yeşil Aks.Ca Konst.	0.621**
Yaprak Alanı	0.525*	Kök Ca Konsant.	0.556**
Kök Yaş Ağ.	0.484**	Yeşil Aks. Ca/Na	0.439
Kök Kuru Ağ.	0.511**	Kök Ca/Na	0.165
Nispi Büyüme Oranı	0.654**	Yaş Aks.Kök/Yeş.Aks	0.292
Hücre Zar.İndeksi	0.807**	Kuru Kök/Yeş.Aks.	0.130
Yaprak Oransal Su İç.	0.276	Su Kullanım Etkinliği	0.692**
Yeşil Aks. Na Konsant	0.326		

** %1 düzeyinde önemli * %5 düzeyinde önemli

4.2.20. Tartışma

Genel tarama çalışması sonucu seçilen 20 adet kavun genotipi ile tekrarlanan tuz ve kuraklık çalışmasında bitkilerde ilk görülen zararlanma alt yapraklardan başlayan ve stresin ilerleyen dönemlerinde kuruma ve ölümlere neden olan sararma olmuştur. Meydana gelen bu görsel zararlanmanın derecelendirmesi amacı ile oluşturulan 0-5 skala değerlendirmesinde genel seçim aşamasında olduğu gibi 40 ve 252 no'lu genotipler 4.50 ve 4.25 skala değeri ile tuzdan en çok etkilenen genotipler olurken; aynı koşullarda kontrol bitkilerine göre zararlanmanın en az olduğu genotipler ise 196 (1.00), 159 (1.25) ve 99 (1.50) olmuştur. Kuraklık stresi ise tuz stresi ile benzerlik göstermiş 196, 159 ve 99 no'lu genotipler kontrollerine en yakın gelişmeyi sağlayabilirken kuraklık stresi karşısında 40 ve 252 no'lu genotipler oldukça yetersiz kalmıştır. Tuz ve kuraklık arasındaki ilişkilerin incelendiği

korelasyon bulguları da bu sonuçları desteklemiş, skala bakımından iki stres asındaki ilişki r=0.812 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak tuz stresi karşısında dayanıklı olarak görünen genotiplerin kuraklık stresinde de dayanıklı olduğu benzer biçimde tuzdan fazla etkilenen bir genotipin kuraklık karşısında da gelişiminin olumsuz etkilendiği görülmüştür Asraf ve Iram (2005) toleranslık düzeyi bakımından tuz ve kuraklık stresleri arasında paralellik olduğunu, tuz stresine tolerant bir genotipin kuraklık stresinede tolerant olabileceği gibi hassas bir genotipin, kuraklık stresinde de hassas olabileceğini bildirmişlerdir.

Genotiplerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, kök yaş ve kuru ağırlıkları da tuz ve kuraklık stresi karşısında etkilenerek kontrol bitkilerine göre değişen oranlarda kayıpların ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle yeşil aksam kuru ağırlığı her iki stres koşullarında da benzer etkiler ortaya koymuştur. Tuz ve kuraklık stresi koşullarında genotiplerin benzer şekillerde kayıplara uğradığı, iki stres arasındaki korelasyon katsayısının r= 0.612 olduğu tespit edilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi nispi büyüme oranında da azalmaya neden olurken, genotiplerin yaklaşık olarak aynı tepkileri gösterdiği ancak 196 ve 159 no'lu genotiplerin her iki stres koşulunda da en yüksek büyüme oranını sağlarken; 40 ve 252 no'lu genotiplerin ise en düşük değerleri oluşturduğu belirlenmiştir. Bu benzer etkiler korelasyon bulgularına da yansımış, tuz ve kuraklık stresleri arasındaki ilişki r= 654 olarak önemli bulunmuştur.

Oksidatif stres özellikle bitki hücrelerinde zararlanmaya neden olmuştur. Ortaya çıkan bu zararlanmanın belirlenmesi ve genotipler asındaki farkların ortaya konması amcaıyla yapılan membran zararlanma indeksi skaladan sonraki en güçlü ilişkiyi belirleyen parametre olmuştur (r=807). Tuz stresi karşısında zararlanmanın yüksek olduğu bir genotip, kuraklık stresinde de aynı tepkiyi gösterirken; tuz koşullarında zararlanmanın nispeten daha az olduğu bir genotip ise kuraklık stresinde de tolerantlık göstermiştir.

Tuz ve kuraklık stresi genotiplerin yaprak su içeriğinde de azalmaya neden olmuştur. Kuraklık stresi koşullarında genotiplerin kontrollerine oranla daha fazla su kaybına uğradıkları, genotiplerin genel olarak % 43.57 düzeyinde kayıplar ortaya

koyduğu görülmüştür. Tuz stresinde ise bu oran % 38.32 oranlarında seyretmiştir. Kuraklık stresinde yaprağa sağlanan su doğrudan sınırlı bir duruma gelirken; tuz stresinde iyon toksisitesi nedeniyle dolaylı olarak su alımı engellenmektedir. Bu nedenle YOSİ değerleri kuraklık stresinde daha düşük bulunmuştur. Dhanda ve Sethi (2002) yaptıkları araştırmada kuraklık stresinde yaprak su içeriğinin azaldığını; Gahars ve ark. (2008) ise tuz stresinde, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak su içeriğinin azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Genel tarama çalışmasında olduğu gibi, genotiplerin tuz stresi karşısında gösterdikleri zararlanmanın en önemli nedeni bitki bünyesinde toksik düzeyde biriken Na ve Cl iyonları olmuştur. Genotiplerin Na içerikleri incelendiğinde farklı mekanizmaların çalıştığı belirlenmiştir. Skala değerleri düşük olan ve en az zararlanmanın görüldüğü 159 ve 99 no'lu genotipler bünyelerine yüksek düzeyde Na iyonu almalarına karşılık doku toleransı göstererek toksik Na iyonunu elimine edebilmişlerdir. Bununla birlikte yine zararlanmanın en az görüldüğü 196, 280, 179 ve 375 no'lu genotipler Na iyonunu kendilerinden uzak tutmayı başarabilmişlerdir. Ancak 252, 40, 130 ve 272 no'lu genotipler bünyelerinde yüksek oranlarda biriken Na toksik etkisi nedeniyle zararlanmışlar ve skala değerlendirmesinde genel olarak yüksek değerler almışlardır.

Genotiplerin K iyon içerikleri de genotiplerin tuz ve kuraklık stresine toleranslık düzeylerinin belirlenmesinde önemli bir basamak olarak görülmüştür. Her iki stres koşulunda da K iyonunda azalma kaydedilse de bünyesinde en fazla K iyonunu koruyabilen genotipler oksidatif stres koşullarında da en az düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stresi arasındaki bu benzerlik korelasyon bulgularına da yansımış olup yeşil aksam K konsantrasyonu bakımından ilişki r=560 olurken, benzer şekilde kök K iyonu bakımından iki stres arasındaki bağlantı r=581 olarak tespit edilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi yeşil aksam ve kök Ca konsantrasyonunda da azalmaya neden olmuştur. Yeşil aksam Ca iyonu bakımından kuraklık stresinin genotipler üzerinde daha etkili olduğu ve tuz stresi altında yetiştirilen kavun genotiplerine oranla daha fazla % değişimin gerçekleştiği belirlenmiştir. Kök Ca konsantrasyonunda meydana gelen değişimlerde ise genel olarak tuz ve kuraklık

stresinin benzer etkiler oluşturduğu görülmüştür. Tuz ve kuraklık stresinin Ca iyonunda gösterdikleri benzer etkiler korelasyon bulgularına da yansımış olup, % değişimlere göre belirlenen korelasyonlarda yeşil aksam bakımından r=621 olan korelasyon katsayısı kök için r= 556 olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak da önemli olduğu saptanmıştır.

Tuz stresi koşullarında Na iyon artışı ile K ve Ca iyonlarının alımındaki sınırlanma yanı sıra kuraklık stresinde suyun bitki bünyesine alınamaması nedeniyle K ve Ca iyon alımı da sınırlanmaktadır. Buda bitkilerde beslenme dengesizliliğinide beraberinde getirmiştir. Buna bağlı olarak K ve Ca iyonlarının bitki bünyesinde göstermiş olduğu etkiler de benzerlik göstermiştir

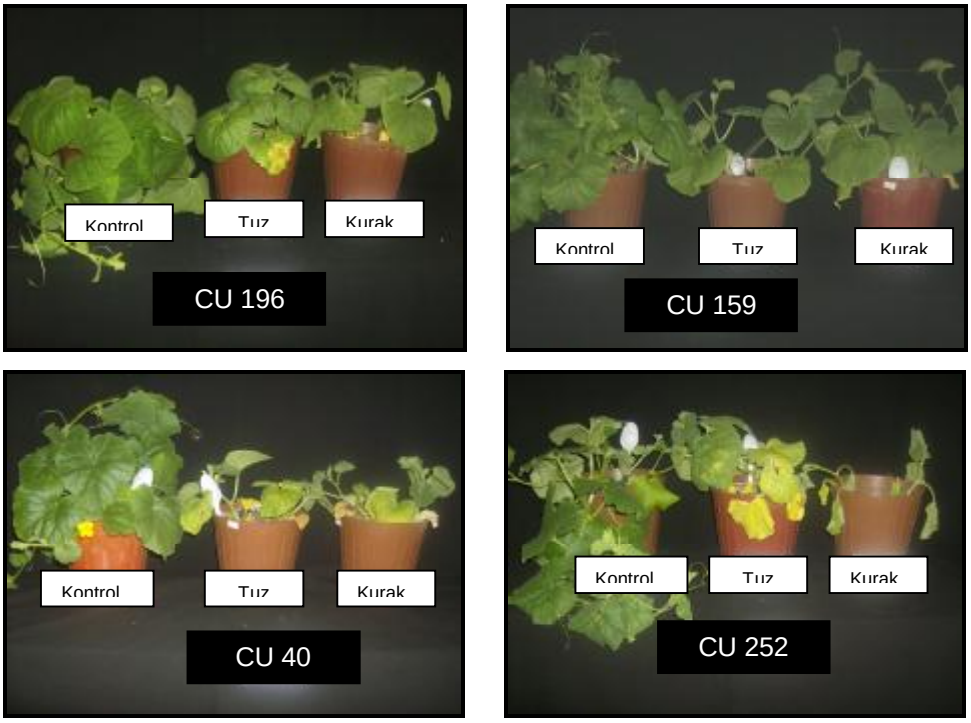
Genotiplerin tuz ve kurak koşullarda su kullanım etkinlikleri bakımından ortaya koydukları değişimler farklılıklar gösterse de, her iki stres koşulunda da 196, 159 ve 179 no'lu genotipler en düşük su miktarında en yüksek kuru madde üretimini sağlayabilmişlerdir. Buna karşılık yine her iki stres koşulunda da 40, 252 ve 2 no'lu genotipler su kullanım etkinliğinde başarılı olamamışlardır. Nitekim iki stres arasındaki bu bağlantı korelasyon bulgularında da tespit edilmiş olup korelasyon katsayısı r=692 olarak belirlenmiştir.

Genel tarama ile başlyan ve daha sonra 20 genotip ile sürdürülen özel tarama çalışması sonucunda tüm parametreler ışığında CU 159 ve CU 196 no'lu genotiplerin tuz ve kuraklık koşullarında en iyi performası gösteren genotipler olduğu belirlenmiştir. Ancak CU 40 ve CU 252 no'lu genotipler tuz ve kurak koşulların her ikisinde de oksidatif stres koşullarında diğer genotiplere göre en fazla zarar gören genotipler olmuştur. Elde edilen bu sonuçlar ışığında tuzluluk ve kuraklık stres mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla fizolojik çalışmalara geçilmiş, bu çalışmalar en tolerant CU 159 ve CU 196 no'lu genotipler ile en hassas CU 40 ve CU 252 no'lu genotipler ile gerçekleştirilmiştir.

4.3. Fizyolojik Denemeler

Genel tarama ve özel tarama çalışmaları sonucunda belirlenen iki tolerant (CU 159 ve CU 196) ve iki hassas (CU 40 ve CU 252) kavun genotipi ile ayrıntılı

fizyolojik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve bu iki stres koşulu altında toleransı farklı kavun materyalinin gösterdiği tepkiler mukayese edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada 12 gün süresince devam eden tuz ve kuraklık stresleri sırasında 5 farklı zaman diliminde bitkiler hasat edilmiştir. Burada sonuçlar, "iyon regülasyonu", "antioksadan enzim aktiviteleri" ve "sitrullin" başlıkları altında verilmiştir.



Şekil 4.2. Hassas (CU 40 ve CU 252) ve tolerant (CU 196 ve CU 159) genotiplerin tuz ve kurak stresi karşısında göstermiş oldukları tepkileri

4.3.1. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Bitkilerin İyon Regülasyonlarının İncelenmesi

4.3.1.1. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Na Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Dört farklı kavun genotipinde genç yaprak, yaşlı yaprak, gövde ve kök dokularında Na iyonunu stresin 0, 3, 6, 9 ve 12. günlerde alınan örneklerde tespit edilmiş ve böylece değişimleri incelenmiştir.

Tuz ve kuraklık uygulamalarında beş farklı zaman diliminde alınan genç yaprak örneklerindeki Na iyonu konsantrasyonları belirlenerek Çizelge 4.56 ve Şekil 4.3'de verilmiştir. Çalışmada genotiplerin Na konsatrasronu özellikle tuz uygulamasında ön plana çıkmış olup stresin ilerleyen dönemlerinde de artış göstermiştir. En düşük Na konsantrasyonu stresin 12. gününde 159 ve 252 no'lu genotiplerin kuraklık uygulamalarından elde edilirken, en yüksek Na konsantrasyonu % 6.98 ve % 6.54 ile 252 no'lu genotipin tuz uygulamasından 12. ve 9 gün sonra ortaya çıkmıştır. 200 mM NaCl uygulaması genç yapraklarda zamana bağlı olarak Na konstrasyonunun artmasına neden olurken, özellikle tuz stresinin 12. gününde 40 ve 252 no'lu genotipler bünyelerine en fazla Na iyonu alan genotipler olmuştur. Kuraklık stresinde ise genel olarak genotiplerin kontrollerine yakın değerlerde Na içerdikleri oluşturdukları saptanmştır.

Tuz denemesinde 6. günden itibaren dayanıklı olarak belirlenen 196 genotipin genç yapraklarında Na konsantrasyonu, azalma eğilimi göstermiş fakat 40 ve 252 duyarlı genotiplerde tam tersine genç yaprak Na konsantrasyonu artmaya başlamıştır (Çizelge 4.56). Bunun yanı sıra dayanıklı olan 159, 196'ya oranlada bünyesine daha fazla Na iyonu almasına karşın doku toleransı göstererek dayanıklılık mekanizmasını çalıştırabilmiştir. Tuz denemesinde stresin devam ettiği 9 ve 12. günlerde dayanıklı ve duyarlı genotiplerin genç yapraklarındaki Na konsantrasyonu belirgin bir şekilde farklılık göstermiştir. Buna göre 12. günde dayanıklı olan 196 ve 159' da genç yaprak Na konsantrasyonu sırasıyla % 1.45 ve % 2.57 iken, aynı gün duyarlı 40 ve 252'de genç yaprak Na konsantrasyonu sırasıyla % 5.10 ve % 6.98 olarak belirlenmiştir. Tuzluluğa dayanıklı kavun genotiplerinin genç yapraklarına Na iyonu göndermediği buradaki verilerde çok açık bir şekilde görülmüştür. Aksine duyarlı genotipler bunu başaramamışlardır.

Yaşlı yapraklarda Na konsantrasyonunda meydana gelen değişimlerin incelendiği en yüksek Na birikimi stresin 12. gününde tuz uygulaması yapılan 252 no'lu genotipte (% 7.93) saptanmıştır. En düşük Na iyon içeriği ise stresin 12. gününde 159 no'lu genotipin kontrol uygulamasında ortaya (% 0.23) çıkmıştır Genel olarak genotiplerin tuz uygulamasının 3.gününde Na konsantrasyon ortalaması %

2.20 iken stresin 12. gününde % 4.49 olmuştur. Genotiplerde meydana gelen değişim incelendiğinde stresin 12.gününde en yüksek Na konsantrasyonu 252 no'lu genotipte belirlenmiştir (% 7.93). Bu genotipi % 6.44 ile 40; % 3.58 ile 159 ve % 2.02 ile 196 no'lu genotip izlemiştir. Kuraklık stresinde ise en yüksek Na iyon konsantrasyonu, 252 no'lu genotipin kontrol uygulamasından (% 0.91) elde edilirken, en düşük Na konsantrasyonu ise % 0.37 ile 159 no'lu genotipte stres uygulamasının 9. gününde belirlenmiştir. Genotiplerin tuz ve kuraklık stresinin 12. gününde Na konsantrasyon ortalamaları göz önüne alıdığında ise kuraklık stresinde % 0.56 olan Na konsantrasyonu tuz stresinde % 4.49 olarak tespit edilmiştir. (Çizelge 4.57). Genotiplerin stres süresince yaşlı yaprakta meydana geelen Na iyon değişimi ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Genel olarak denemeye alınan 4 kavun genotipinin tuz stresi altında yaşlı yapraklardaki Na konsantrasyonun, genç yapraklardan daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57). Yaşlı yapraklarda Na konsantrasyonun stresin 3. gününden itibaren duyarlı genotiplerde (40 ve 252) artmaya başladığı görülmüştür. Bu artış tuz stresinin 6., 9. ve 12. günlerinde daha fazla gerçekleşmiştir. Tuz stresi altındaki kavun genotiplerinin Na iyonunu yaşlı yapraklarda biriktirerek, genç yapraklara göndermek istemedikleri eğilimi görülmektedir. Ancak bu eğilim dayanıklı genotipler 196 ve 159'da çok daha yüksek oranlarda iken, duyarlı genotipler 40 ve 252'de çok daha düşük bir seviyede kalmıştır.

Kuraklık stresi altındaki kavun genotiplerinin yaşlı yapraklardaki Na konsantrasyonu, genotiplerin strese tepkilerini belirlemede açık bir rol oynamadığı düşünülmektedir. Nitekim, kurak stresi ilerledikçe yaşlı yapraklardaki Na konsantrasyonu genotipler arasında ve kontrol uygulamaları arasında belirgin bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.56. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yapraklarda Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0. Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.94g-m	0.94 g-m	0.87 g-m	0.83 g-m	1.63 f-h	0.87 g-m	0.71 g-m	3.18 d	0.49 i-m	0.54 h-m	5.90 ab	0.36 k-m	0.59 h-m	5.10 bc	0.42 j-m
CU 159	0.80g-m	0.98 g-m	0.97 g-m	0.94 g-m	1.59 f-i	0.84 g-m	0.51 h-m	1.74 e-g	0.55 h-m	0.52 h-m	2.37 d-f	0.51 h-m	0.30 lm	2.97 d	0.26 m
CU 196	0.99g-m	0.97 g-m	0.77 g-m	0.75 g-m	1.39 f-l	0.96 g-m	0.50 i-m	1.51 f-j	0.47 i-m	0.41 j-m	1.73 e-g	0.35 k-m	0.54 h-m	1.45 f-k	0.57 h-m
CU 252	0.96g-m	0.89 g-m	0.85 g-m	0.71 g-m	2.85 de	0.92 g-m	0.52 h-m	4.49 c	0.54 h-m	0.46 j-m	6.55 a	0.47 i-m	0.27 lm	6.98 a	0.26 m
Ort.	1.34														
$LSD_{(\%5)}$	1.12														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.72 e	3.35 b	0.60 e
CU 159	0.62 e	1.93 c	0.62 e
CU 196	0.64 e	1.41 d	0.62 e
CU 252	0.58 e	4.35 a	0.61 e
Ort.	1.34		
$LSD_{(\%5)}$	0.50		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.92 de	0.95 d	0.87 de
3	0.81 de	1.87 c	0.90 de
6	0.56 de	2.73 b	0.52 de
9	0.48 de	4.14 a	0.42 de
12	0.43 de	4.13 a	0.36 e
Ort.	1.34		
$LSD_{(\%5)}$	0.56		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.92 de	1.11 de	1.46 c-e	2.27 ab	2.04 a-c
CU 159	0.92 de	1.13 de	0.93 de	1.14 de	1.16 de
CU 196	0.91 de	1.03 de	0.83 e	0.83 e	0.85 de
CU 252	0.90 de	1.49 cd	1.85 bc	2.49 ab	2.50 a
Ort.	1.34				
$LSD_{(\%5)}$	0.65				

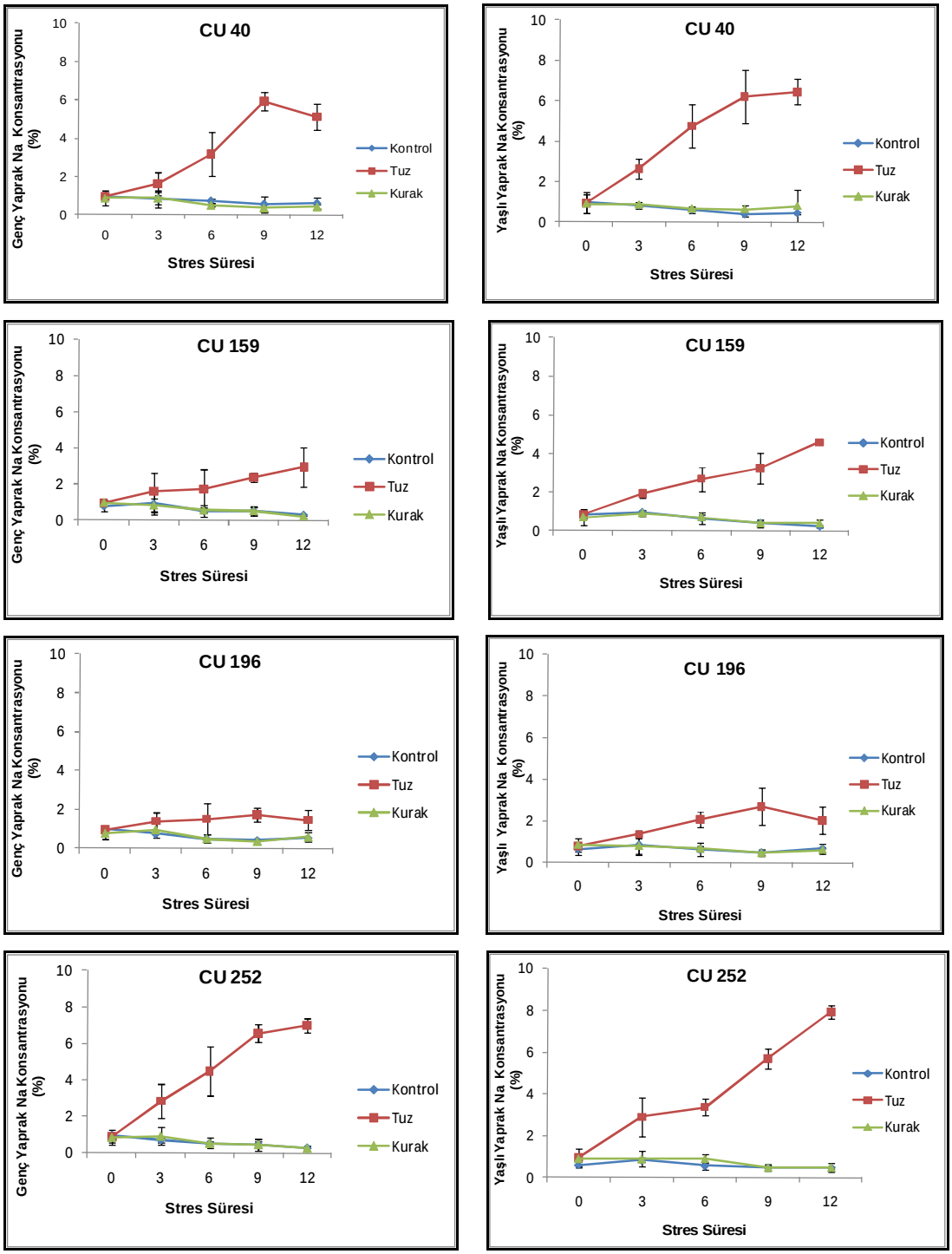
Çizelge 4.57. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yapraklarda Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0. Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.97 hi	0.92 hi	0.59 hi	0.90 hi	2.63 d-f	0.86 hi	0.59 hi	4.74 c	0.66 hi	0.36 i	6.20 b	0.63 hi	0.44 hi	6.44 b	0.79 hi
CU 159	0.83 hi	0.85 hi	0.70 hi	0.97 hi	1.92 fg	0.90 hi	0.65 hi	2.69 d-f	0.70 hi	0.41 hi	3.23 d	0.37 i	0.53 hi	4.58 c	0.37 i
CU 196	0.64 hi	0.78 hi	0.85 hi	0.84 hi	1.35 gh	0.79 hi	0.63 hi	2.05 e-g	0.67 hi	0.48 hi	2.71 d-f	0.45 hi	0.67 hi	2.02 e-g	0.60 hi
CU 252	0.61 hi	0.94 hi	0.91 hi	0.83 hi	2.90 de	0.88 hi	0.57 hi	3.37 d	0.90 hi	0.48 hi	5.68 b	0.47 hi	0.49 hi	7.93 a	0.47 hi
Ort	1.46														
$LSD_{(\%5)}$	0.91														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.64 c	4.18 a	0.77 c
CU 159	0.62 c	2.06 b	0.61 c
CU 196	0.65 c	1.78 b	0.67 c
CU 252	0.60 c	4.17 a	0.72 c
Ort.	1.46		
$LSD_{(\%5)}$	0.41		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.76 d	0.87 d	0.84 d
3	0.87 d	2.20 c	0.86 d
6	0.61 d	3.22 b	0.73 d
9	0.43 d	4.45 a	0.48 d
12	0.46 d	4.49 a	0.56 d
Ort.	1.46		
$LSD_{(\%5)}$	0.45		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.93 f-i	1.44 ef	2.00 cd	2.39 bc	2.55 ab
CU 159	0.80 hi	1.26 e-h	1.35 ef	1.34 e-g	0.72 i
CU 196	0.75 hi	0.99 f-i	1.12 e-i	1.21 e-i	1.10 e-i
CU 252	0.82 g-i	1.53 de	1.61 de	2.21 bc	2.96 a
Ort.	1.46				
$LSD_{(\%5)}$	0.52				



Şekil 4.3. Genç ve yaşlı yaprak Na Konsantrasyonu (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Gövde Na iyonu konsatrasyonlarında meydana gelen değişimler incelendiğinde en yüksek Na konsantrasyonu % 3.02 ile 252 no'lu genotipin tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Bu genotipi % 2.74 ile 40; % 2.13 ile 159 ve % 1.81 ile 196 no'lu genotip izlemiştir (Çizelge 4.58). Kontrol ve kuraklık uygulamaları ise % 61-79 Na konsantrasyonu ile aynı grup içerisinde yer almışlardır. Kontrol, tuz ve kurak uygulamalarının stres stresince gövde Na değişimlerine bakıldığında ise en yüksek Na konsantrasyonu tuz uygulamasının 9. gününde % 3.33 olarak belirlenirken, bunu yine tuz uygulamasının 12. gününde % 3.08 olan Na konsantrasyonu izlemiştir. Na konsantrasyonun en düşük olduğu uygulama ise % 0.51 ile kontrol uygulamsının 12. gününde ve % 0.57 ile kuraklık uygulamasının 9. gününde belirlenmiştir. Genotiplerin stres süresince Na içerikleride değişim göstermiştir. Genel olarak gövde Na konsantrasyonu genotipler arasında farklılıklar göstermekle birlikte daha çok tuz stresinin etkili olduğu ve ilerleyen stres süresinin Na konsantrasyonunda artışlara neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Tuz ve kuraklık streslerine dayanımları önceden bilinen 4 kavun genotipinin, zamana bağlı tuz ve kurak stres denemelerinde, gövdedeki Na konsantrasyonları Çizelge 4.58'de gösterilmiştir. Tuz stresi altındaki genotiplerin 6. günden itibaren farklı tepkiler vermeye başladıkları görülmektedir. Dayanıklı genotipler 196 ve 159 istatistiksel olarak farklı olmasa bile gövdede daha az Na iyonu ortaya koymaya başlarken, duyarlı genotiple 40 ve 252 ise tam aksine 6. günden itibaren gövde de daha fazla Na biriktirmeye başlamışlardır. Tuz stresine dayanıklı (159 ve 196) ve duyarlı (40 ve 252) genotiplerin Na konsantrasyonu 9 ve 12. günlerde de benzer şekilde devam etmiştir (Çizelge 4.58).

Kuraklık stresinde kavun genotiplerinin gövde dokularındaki Na konsantrasyonları belirleyici bulunmamıştır. Başka bir deyişle, kavun genotiplerinin kuraklık stres tepkisi ile gövde Na konsantrasyonları arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir (Çizelge 4.58).

Kök Na konsantrasyonu genç ve yaşlı yaprak ile gövde de olduğu gibi genel olarak tuz stresinde artış göstermiştir. İlerleyen stres süresi özellikle tuz uygulamasında kök Na konsantrasyonun artmasına neden olmuştur. Ancak kontrol ve kuraklık uygulamalarının genel olarak aynı istatistiksel grup içersinde yer aldığı

ve birbirine yakın değerler oluşturduğu tespit edilmiştir. En yüksek Na konsantrasyonu tuz uygulamasının 12. gününde elde edilirken (% 2.61), en düşük Na konsatrasyonu ise stresin 12. gününde kontrol uygulamasında (% 0.35) belirlenmiştir (Çizelge 4.59 ve Şekil 4.4).

Kavun genotiplerinin kök dokularındaki Na konsantrasyonu incelendiğinde, tuz stresi altında dayanıklı genotiplerin (159 ve196) 6. günden itibaren düşük değerler vermeye başladığı görülmektedir (Çizelge 4.59). Bu eğilim 9. ve 12. günlerde devam etmiştir. Özellikle 196 genotipinin köklerinde en az Na iyonu içerdiği görülmektedir.

Kuraklık stresi altında yetiştirilen 4 kavun genotipinin köklerindeki Na konsantrasyonu, genotiplerin strese tepkileri ile ilişkili görünmemektedir (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.58. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.77	0.80	0.92	0.96	2.54	0.99	0.65	3.11	0.66	0.45	3.57	0.75	0.75	3.69	0.56
CU 159	0.90	0.75	0.83	0.83	1.99	0.87	0.62	2.16	0.48	0.70	3.12	0.44	0.38	2.10	0.44
CU 196	0.94	0.89	0.88	0.68	1.68	0.79	0.93	1.87	0.91	0.66	2.60	0.47	0.44	1.95	0.92
CU 252	0.67	0.83	0.45	0.80	2.94	1.01	0.96	3.31	0.70	0.65	3.98	0.62	0.47	4.09	0.65
Ort.	1.28														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.72 d	2.74 a	0.77 d
CU 159	0.69 d	2.13 b	0.61 d
CU 196	0.73 d	1.81 c	0.79 d
CU 252	0.71 d	3.02 a	0.64 d
Ort.	1.28		
$LSD_{(\%5)}$	0.30		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.82 cd	0.82 cd	0.79 cd
3	0.82 cd	2.28 b	0.91 c
6	0.77 cd	2.61 b	0.69 cd
9	0.62 cd	3.23 a	0.57 d
12	0.51 d	3.08 a	0.64 cd
Ort.	1.28		
$LSD_{(\%5)}$	0.34		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.83	1.49	1.47	1.59	1.66
CU 159	0.83	1.23	1.09	1.42	1.14
CU 196	0.90	1.05	1.23	1.25	1.10
CU 252	0.65	1.58	1.65	1.75	1.74
Ort.	1.28				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

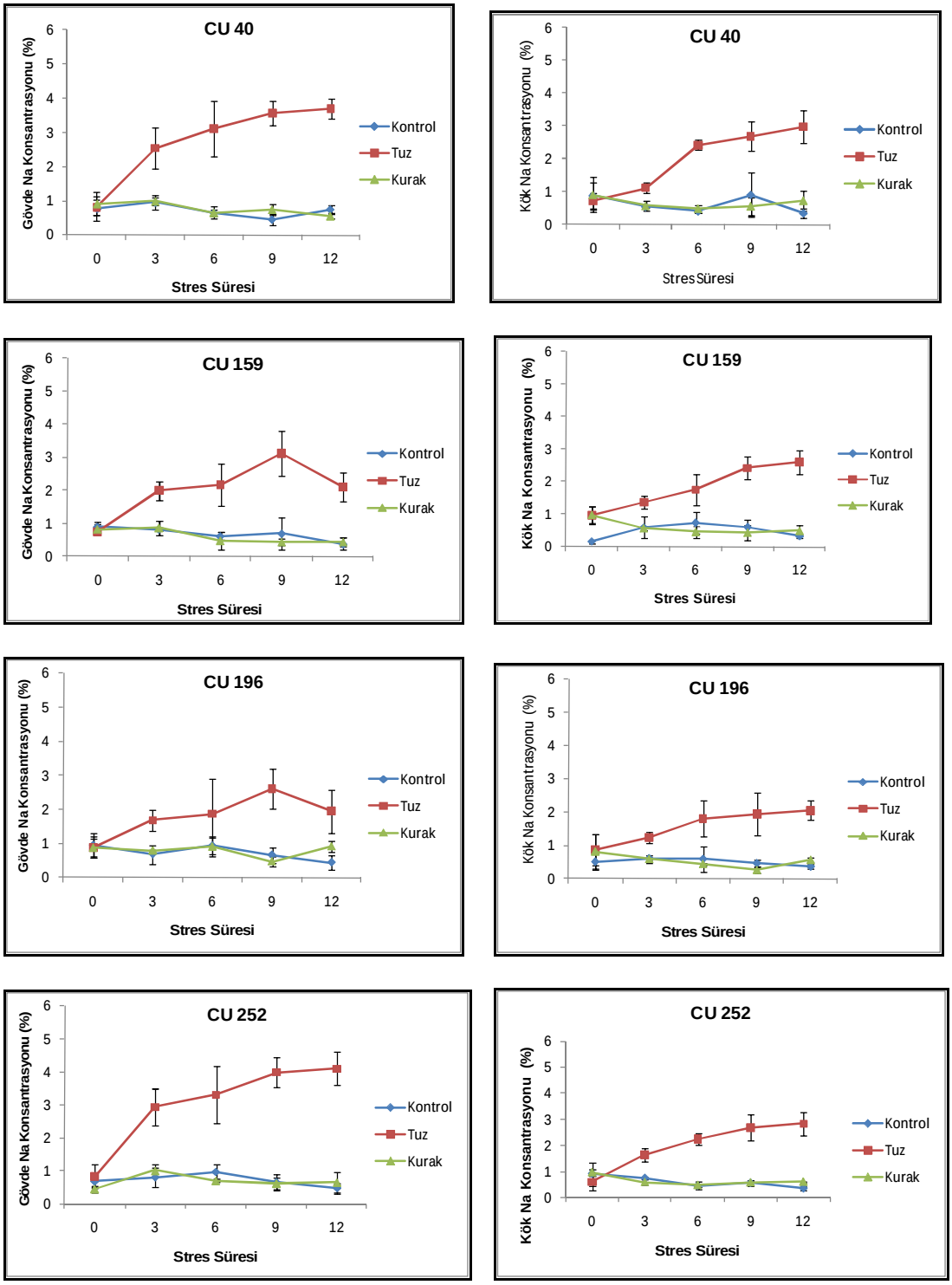
Çizelge 4.59. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
U 40	0.88	0.71	0.91	0.54	1.12	0.57	0.40	2.42	0.48	0.91	2.68	0.56	0.34	2.98	0.73
CU 159	0.16	0.97	0.97	0.59	1.37	0.56	0.74	1.75	0.45	0.60	2.42	0.43	0.32	2.59	0.49
CU 196	0.51	0.87	0.82	0.61	1.24	0.59	0.59	1.81	0.44	0.47	1.95	0.26	0.37	2.05	0.57
CU 252	0.91	0.6	0.97	0.74	1.64	0.59	0.46	2.24	0.47	0.56	2.68	0.57	0.36	2.82	0.6
Ort.	1.00														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.62	1.98	0.65
CU 159	0.49	1.82	0.60
CU 196	0.52	1.58	0.54
CU 252	0.61	1.99	0.64
Ort.	1.00		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.62 d-f	0.79 de	0.92 d
3	0.62 d-f	1.34 c	0.58 ef
6	0.55 ef	2.06 b	0.46 f
9	0.64 d-f	2.43 a	0.46 f
12	0.35 f	2.61 a	0.60 ef
Ort.	1.00		
$LSD_{(\%5)}$	0.31		

	xZaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.83	0.74	1.10	1.39	1.35
CU 159	0.70	0.84	0.98	1.15	1.13
CU 196	0.73	0.82	0.95	0.90	0.99
CU 252	0.83	0.99	1.06	1.27	1.26
Ort.	1.00				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				



Şekil 4.4. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Na Konsantrasyonu (%)0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Yaptığımız analizler, tuz uygulamasına bağlı olarak Na birikimi genel olarak tüm bitki organlarında stres süresine bağlı olarak artış meydana geldiğini göstermiştir. Ancak bu artış yaşlı yapraklarda belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Kavun genotiplerinin karakteristik olarak Na iyonunu yaşlı yapraklarda biriktirerek genç yapraklara iletimininin sınırlandırıldığı düşünülmektedir. Na konsatrasyonu tolerant olan 196 no'lu genotipte en düşük düzeylerde birikim göstermiştir. Buna karşılık diğer tolerant genotip 159 ise yaşlı yapraklarda daha yüksek düzeyde Na bünyesine almasına karşılık doku toleransı göstererek Na toksik etkisinini elimine edebilmiştir. Kuraklık stresinde ise incelenen tüm bitki organlarında yaklaşık olarak kontrol bitkilerine yakın değerlerde Na oluşmuştur. Sodyum bitkide floem ve ksilem iletim demetlerinde haraket edebilme özelliğine sahip olması bu elementin bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmasına neden olmaktadır. Bu etki daha çok yaşlı yaprak uçlarından başlayarak, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrotik lekelere kadar dönüşen semptomlar şeklinde kendini göstermektedir. Tuz ve kuraklık stresinin Na birikiminde ortaya koyduğu etkilerin sunulduğu çalışmamızda, özellikle tuz stresi koşullarında farklı bitki organlarında Na birikiminin ilerleyen stres süresine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Meydana gelen bu artış yaşlı yapraklarda daha yoğun olarak görülürken, gövde ve kök bölgesinde oluşan Na konsantrasyonunun yapraklardan daha düşük düzeyde kaldığı saptanmıştır. Wolf ve ark. (1991), tuzu iyi tolere eden türlerde Na iyonun yeşil aksam üzerinde dağılımın önemli olduğunu, tuza tolerant bitkilerin Na daha çok yaşlı yapraklarda tutarak genç yapraklara iletimini kısıtladıklarını ifade etmiştir.

Feitosa ve ark. (2003), ilerleyen stres süresince Na birikminin arttığını, bu artışın yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla daha fazla yoğunlaştığını vurgulamışlardır. Yaşar ve ark. (2006b) hassas olan genotiplerin tüm organlarında Na birikimi görülürken, tolerant olan GS57 genotipinin Na konusunda seçici davranarak yaşlı yaprak ve gövdede birikimin görüldüğünü; böylece genç yapraklara Na taşınımın engellendiğini bildirmişlerdir. Maggio ve ark. (2007), domateste yaptıkları bir çalışmada Na birikiminin yaşlı yapraklarda, genç yapraklara oranla daha fazla gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Li ve ark. (2009) ise yapraklarda meydana gelen Na birikiminin, köklere oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık stresinin Na iyonu üzerinde meydana getirdiği etkinin oldukça düşük oranlarda olduğu ve bu nedenle etkisinin önemsiz sayılabileceği Köşkeroğlu (2006), Perez- Perez ve ark. (2007) ve Sivritepe ve ark. (2008) tarafından da bildirilmiştir.

4.3.1.2. Tuz ve Kuraklık Koşullarında K Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Potasyum konsantrasyonun çalışmamızda kullanılan genotiplerin farklı uygulamalar çerçevesinde stres süresince oluşturdukları değişimler incelenerek Çizelge 4.60, çizelge 4.61, çizelge 4.62, çizelge 4.63, çizelge 4.64, çizelge 4.65, çizelge 4.66 ve çizelge 4.67'de verilmiştir.

Potasyum konsantrasyonunun, genç yapraklardaki değişimlerinin genotiplerine göre değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.60). En yüksek K konsantrasyonu 40 no'lu genotipin kontrol uygulamasından elde edilirken (% 4.94); en düşük K konsantrasyonu 252 no'lu genotipin kuraklık (% 2.48) ve tuz uygulamasında (% 2.79) tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Genotiplerin tuz ve kurak koşullarda genel olarak genç yaprak K konsantrasyonu kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. İlerleyen stres süresi özellikle tuz uygulamasında genç yaprak K konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. En yüksek K konsantrasyonu kontrol uygulamasının 12. gününde (% 5.60) elde edilirken, en düşük K iyonu konsantrasyonu ise kuraklık stresinin 12. gününde (% 3.40) ve kontrol uygulamasında stres başlangıcında (% 3.28) tespit edilmiştir.

Genel olarak genç yapraklarda K konsantrasyonu bakımından stresin ilerlediği 9. ve 12. günlerde her iki stres durumunda da dayanıklı genotipler 196 ve 159'da duyarlı genotipler olan 40 ve 252'den daha yüksek değerler verdiği görülmektedir. Tuz stresinde dayanıklı genotipler ortamda bol bulunan Na iyonuna karşılık genç yapraklarda daha fazla K iyonu bulundurma eğilimine girmişlerdir. Kuraklık stresinde de benzer durum gerçekleşmiştir (Çizelge 4.60).

Farklı genotiplerin stres süresince genç yaprak K/Na oranlarında meydana gelen değişimler incelenmiş ve Çizelge 4.61'da gösterilmiştir. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin stres süresine bağlı olarak bünyelerindeki Na iyon

konsantrasyonundaki artış ile ters orantılı olarak K/Na oranı azalma göstermiştir. Stresin 12. gününde 196 no'lu genotip 3.78 ile en yüksek K/Na oranına sahip olmuş ve genç yapraklarda Na iyonu yerine K iyonunu tercih etmiştir. Buna karşılık 252 no'lu genotipin 0.32 ile en düşük oranı gösterdiği belirlenmiştir. Kuraklık stresinde ise geneotiplerin genel olarak K iyonunu bünyelerine alarak tuz stresine oranla daha yüksek K/Na oranı oluşturdukları görülmüştür.

Çizelge 4.60. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.12	3.85	4.31	4.45	5.18	4.82	5.01	5.18	4.49	5.15	5.09	3.19	5.94	3.35	3.89
CU 159	3.29	3.65	3.35	4.37	4.17	3.91	4.57	4.20	4.18	4.95	4.73	4.47	5.70	4.89	5.19
CU 196	3.47	4.60	3.23	4.26	4.36	4.85	5.12	4.38	5.51	5.27	4.47	4.50	6.14	5.18	5.76
CU 252	2.24	2.44	2.73	3.96	3.53	2.77	4.50	3.31	2.65	4.77	2.40	2.38	4.94	2.26	2.89
Ort.	4.16														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.95 a	4.53 a-c	3.94 c
CU 159	4.57 a-c	4.32 a-c	4.24 a-c
CU 196	4.80 a	4.60 a-c	4.71 ab
CU 252	4.08 bc	2.79 d	2.48 d
Ort.	4.16		
$LSD_{(\%5)}$	0.68		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.28 f	3.63 d-f	3.40 ef
3	4.26 b-d	4.31 b-d	4.08 c-e
6	4.80 bc	4.27 b-d	4.21 cd
9	5.04 ab	4.17 c-e	3.63 d-f
12	5.60 a	3.91 d-f	3.90 d-f
Ort.	4.16		
$LSD_{(\%5)}$	0.79		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	4.09	4.82	4.89	4.72	4.06
CU 159	3.43	4.15	4.32	4.48	5.26
CU 196	3.76	4.47	5.00	4.74	5.52
CU 252	2.47	3.42	3.49	3.18	3.02
Ort.	4.16				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

Çizelge 4.61. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak K/Na oranı konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.39	4.07	4.95	5.36	3.18	5.54	7.06	1.74	8.98	9.54	0.86	8.86	10.07	0.66	9.29
CU 159	4.11	3.70	3.42	4.65	2.66	4.65	8.96	2.41	7.60	9.52	2.00	8.76	19.00	1.65	23.59
CU 196	3.74	4.73	4.19	5.68	3.14	5.05	10.24	2.90	11.48	12.85	2.57	12.86	11.37	3.78	10.11
CU 252	2.34	2.74	3.39	5.73	1.36	3.01	8.65	0.74	4.91	10.37	0.37	5.06	18.30	0.32	11.12
Ort.	6.94														
LSD	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	7.29	2.11	7.51
CU 159	9.27	2.50	9.59
CU 196	8.82	3.47	8.73
CU 252	9.09	1.11	5.51
Ort.	6.94		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.64 ef	5.34 d	3.98 d-f
3	3.80 ef	2.59 fg	4.55 de
6	8.75 c	1.98 g	8.23 c
9	10.60 b	1.48 g	8.88 c
12	14.76 a	1.63 g	13.55 a
Ort.	6.94		
$LSD_{(\%5)}$	2.86		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	4.46 h-k	4.68 g-j	5.91 e-h	6.44 ef	6.69 de
CU 159	3.75 i-k	3.97 i-k	6.32 e-g	6.77 de	14.78 a
CU 196	4.21 i-k	4.62 h-j	8.27 cd	9.46 bc	8.48 bc
CU 252	2.81 k	3.37 jk	4.77 f-j	5.27 e-i	9.97 b
Ort.	6.94				
$LSD_{(\%5)}$	3.13				

Yaşlı yaprak potasyum konsantrasyonu genotipler arasında farklılıklar ortaya koyduğu gibi uygulamalar ve stres süresine bağlı olarak da değişim göstermiştir (Çizelge 4.62 ve Şekil 4.5). Uygulamaların genotipler üzerindeki etkisi incelendiğinde en yüksek K konsantrasyonu 40 no'lu (% 4.30) genotipin kontrol uygulamalarında ölçülürken, en düşük K konsantrasyonu 252 no'lu genotipin kurak (% 2.29) ve tuz (% 2.69) uygulamalarında çıkmıştır. Stres süresi uygulamaların ortalama K konsantrasyonlarını da etkilemiştir. Buna göre, yaşlı yapraklardaki en yüksek K konsantrasyonu kontrol uygulamalarının 12. gününde (% 5.18) ve en düşük K konsantrasyonu kontrol grubunda stres başlangıcında (% 2.87) belirlenmiştir. Uygulamalarda olduğu gibi stres süresinde de genotiplerin ortalama K konsantrasyonları değişmiştir. Genotipler içerisinde en yüksek K konsantrasyonu % 4.64 ile 196 no'lu genotipte ve stresin 12.gününde ölçülmüş; en düşük K ise konsantrasyonu 196 ve 159 no'lu genotiplerin stresin 12.gününde (% 4.38) tespit edilmiştir. 159 no'lu genotip ise stresin 9. gününde % 4.37 K konsantrasyonu ile bu genotipler ile aynı gruplandırma içerisinde yer almıştır. En düşük K konsantrasyonu ise 252 no'lu genotipte stres başlangıcında (% 2.54) belirlenmiştir.

Yaşlı yaprak K konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli çıkmasa da, tuz stresi koşullarında kavun genotiplerinde K konsantrasyonu stres süresi ile birlikte azalma göstermiştir. Ancak her iki stres koşulunda da 159 ve 196'nın (dayanıklı) 40 ve 252'ye (duyarlı) göre daha yüksek K konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı olangenotiplerde (159 ve 196) 9. ve 12. günlerde azalma görülürken, kuraklık stresinde 9. günden sonra azalma meydana gelmiştir. Duyarlı olan genotiplerde ise K konsantrasyonu her iki stres koşulunda da 3. günden sonra azalma eğilimine girmiştir (Çizelge 4.62).

Yaşlı yaprak K/Na oranları, yaşlı yapraklarda genç yaraklara oranla daha düşük bulunmuştur. Yaşlı yapraklarda Na birikiminin yüksek olması buradaki en önemli etken olmuştur. Buna göre, tuz stresinin 12. gününde en yüksek K/Na oranı 196 no'lu genotipte 2.05 olarak belirlenmiştir. Tuz stresi tüm stres süresince kontrol bitkilerine göre K/Na oranlarının azalmasına neden olmuş, bu azalma hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplerde dikkat çekici bir durum almıştır. Kuraklık stresinde ise K/Na oranları genç yaprakta olduğu gibi tuz stresine oranla daha yüksek

bulunmuştur. Genotiplerin genel olarak su stresi ile birlikte K/Na oranlarında artış görülmesine karşın stresin 9. gününden itibaren azalma meydana gelmiştir. Stresin 12.gününde ise en yüksek K/Na oranı 159 no'lu genotipte 12.16 olarak belirlenirken, en düşük oran 4.03 ile 40 no'lu genotipte saptanmıştır. Kontrol uygulamalarında ise K miktarındaki artışa paralel olarak ornalar artmış, en yüksek K/Na oranı ise 12.38 ile stresin 12. gününde 40 no'lu genotipin kontrol uygulamalarında saptanmıştır. Tüm stres süresince bitki yaşlı yapraklarında meydana gelen K/Na oranlarının değişimi incelendiğinde en yüksek oranın kontrol grubunda ortaya çıktığı bunu kuraklık uygulamalarının izlediği belirlenmiş olup en düşük oranların ise tuz stresi koşullarında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Burada en büyük etkinin tuz stresinde artan Na konsantrasyon nedeniyle K iyonun rekabete girdiği bu nedenle K/Na oranlarının kontrol ve kuraklık uygulamalarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.62. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.17	4.96	4.35	3.47	4.60	4.69	4.38	3.57	4.23	4.97	3.22	3.64	5.53	1.97	3.18
CU 159	3.07	3.10	3.17	3.16	4.50	2.59	3.56	4.63	4.08	4.32	4.02	4.79	4.81	3.82	4.50
CU 196	2.62	2.90	2.64	3.83	3.68	3.29	4.33	3.52	3.81	4.22	4.06	4.20	4.76	4.14	4.26
CU 252	2.65	2.53	2.44	2.88	3.56	2.73	4.36	2.96	2.50	4.78	2.70	2.02	5.22	1.67	2.75
Ort.															
$LSD_{(\%5)}$															

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.30 a	3.67 ab	3.82 ab
CU 159	3.78 ab	4.02 ab	4.02 ab
CU 196	3.95 ab	3.66 ab	3.64 b
CU 252	4.30 a	2.69 c	2.29 c
Ort.	3.62		
$LSD_{(\%5)}$	0.65		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	2.88 f	3.38 d-f	3.15 ef
3	3.64 c-e	4.08 b-d	3.57 c-f
6	4.16 bc	3.67 c-e	3.65 c-e
9	4.57 ab	3.50 c-f	3.66 c-e
12	5.18 a	2.90 f	3.17 ef
Ort.	3.62		
$LSD_{(\%5)}$	0.75		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	4.16 ab	4.25 ab	4.06 a-d	3.65 a-e	3.23 d-h
CU 159	3.12 e-h	3.75 a-f	4.09 a-c	3.38 a	4.37 a
CU 196	2.72 gh	3.60 a-f	3.89 a-e	4.16 ab	4.39 a
CU 252	254 h	3.46 b-g	3.28 c-h	3.17 e-h	3.02 f-h
Ort.	3.62				
$LSD_{(\%5)}$	0.84				

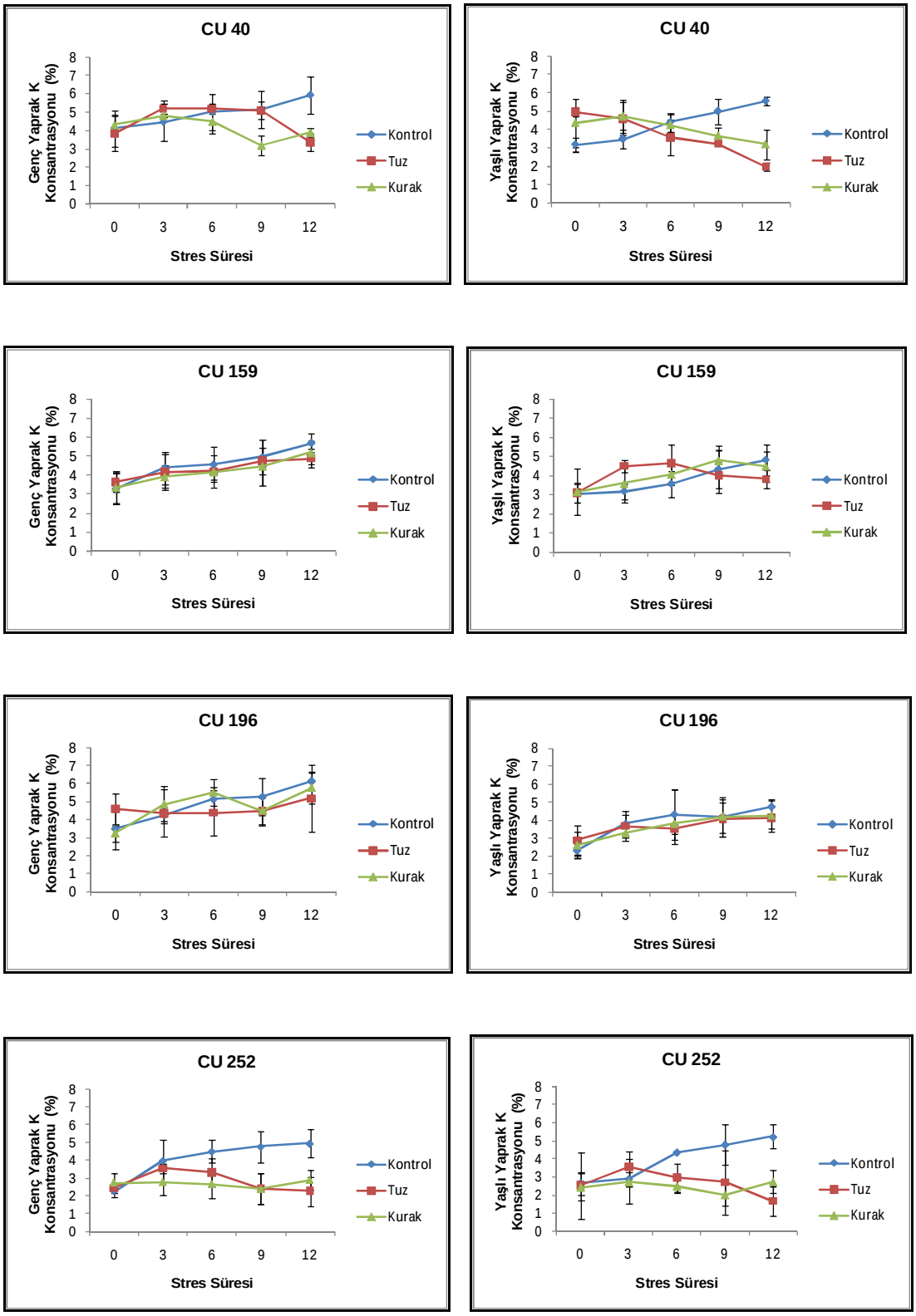
Çizelge 4.63. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak K/Na iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.27 o-v	5.39 h-n	4.83 i-o	4.36 k-q	1.75 s-z	5.45 h-n	7.42 d-g	0.75 x-z	6.41 g-j	13.81 a	0.52 yz	5.79 g-l	12.38 ab	0.31 z	4.03 k-r
CU 159	3.70 l-t	3.65 l-t	4.53 j-p	3.26 o-v	2.34 q-y	3.99 k-r	5.48 h-n	1.72 t-z	5.83 g-k	10.54 bc	1.24 v-z	12.95 a	9.08 c-e	0.83 w-z	12.16 ab
CU 196	3.66 m-u	3.72 k-s	3.25 o-v	4.56 j-p	2.73 o-x	4.16 k-r	6.87 f-i	1.72 t-z	5.69 g-m	8.79 c-f	1.50 u-z	9.33 cd	7.10 e-h	2.05 r-z	7.10e-h
CU 252	4.34 k-q	2.69 p-x	2.68 p-x	3.47 n-u	1.23 v-z	3.10 o-v	7.65 d-g	0.88w-z	2.81 o-w	9.96 c	0.48 y-z	4.50 j-p	10.65 bc	0.21 z	5.85 g-k
Ort.	5.52														
$LSD_{(\%5)}$	4.51														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	8.27 a	1.76 gh	5.31 e
CU 159	6.45 cd	2.00 gh	7.90 ab
CU 196	6.20 de	2.43 g	5.92 de
CU 252	7.22 bc	1.11 h	3.80 f
Ort.	5.52		
$LSD_{(\%5)}$	2.01		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.75 e	3.92 e	3.82 e
3	3.90 e	2.08 f	4.17 de
6	6.88 c	1.30 fg	5.21 d
9	10.80 a	0.96 g	8.15 b
12	9.84 a	0.87 g	7.31 bc
Ort.	5.52		
$LSD_{(\%5)}$	2.25		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	4.48 d-g	3.87 f-h	4.95 d-f	6.70 bc	5.58 cd
CU 159	3.98 f-h	3.23 hi	4.35 e-h	8.31 a	7.37 ab
CU 196	3.58 g-i	3.82 f-h	4.77 d-g	6.58 bc	5.50 c-e
CU 252	3.27 hi	2.61 i	3.79 f-i	4.97 d-f	5.59 cd
Ort.	5.52				
$LSD_{(\%5)}$	2.01				



Şekil 4.5. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak K konsantrasyonu (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Gövdelerdeki K konsantrasyonları bakımından en yüksek K içeriği 159 no'lu genotipin tuz uygulamasında (% 3.75); bunu aynı istatistiksel grup içerisinde takip eden 252 no'lu genotipin kontrol uygulamasında (% 3.68) ve 159 no'lu genotipin kontrol uygulamasında (% 3.64) tespit edilmiştir. Genel olarak tuz ve kuraklık stresi koşullarında ortalama K konsantrasyonlarının azaldığı görülürken 159 no'lu genotipin tuz stresi altında kontrol uygulamasına göre % 3 düzeyinde artış meydana getirdiği gözlenmiştir (Çizelge 4.64). Farklı genotiplerin stres süresince gövde K konsantrasyonu bakımından oluşturdukları değişimler ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Gövde K konsnatrasyonu bakımından tuz stresi dayanıklı olan 159 ve 196 nolu genotiplerde 6. Günden itibaren değişimlere neden olmuş, stresin 12. gününde tuz koşullarında en yüksek K konsantrasyonu % 3.80 ile 159 genotipinde belirlenmiştir. Buna karşılık duyarlı olan 40 ve 252 genotiplerinde tuz etkisi stresin 3. gününden itibaren kendini hissettirmiştir. Kuraklık stresinde ise, tüm genotiplerde 6. güne kadar K konsantrasyonunda artış meydana gelmiş, ancak daha sonra azalma eğilimi görülmüştür. Stresin 12. gününde en yüksek K konsantrasyonu dayanıklı olan 159 ve 196 genotiplerinde duyarlı olan 40 ve 252 genotiplerine oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.64).

On iki gün devam eden stres süresince gövde K/Na oranları da incelenmiş ve Çizelge 4.65'de gösterilmiştir. Stres süresi, uygulamaların K/Na oranı üzerinde etkili olmuştur. Kontrol uygulamaları ilerleyen süre ile paralel olarak artış göstermiş, ancak tuz stresi ise K/Na oranlarının azalmasına neden olmuştur. Tuz stresi genotiplerin stresin 3. gününden itibaren K/Na oranlrında azalmaya neden olmuştur. Ancak 12. Günde en yüksek K/Na oranları dayanıklı olan 159 ve 196 genotiplerinde tespit edilmiştir. Kuraklık stresinde ise stresin 9. gününe kadar artan bir ivme kazanmasına rağmen bu süreden itibaren azalma meydana gelmiştir. Stresin 12. gününde en yüksek K/Na oranı 159 nolu genotipte belirlenmiştir.

Çizelge 4.64. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.39	2.35	2.74	2.60	2.89	3.15	3.19	2.18	3.19	2.84	1.95	2.20	3.00	1.64	2.22
CU 159	3.24	3.74	3.07	3.41	3.78	3.36	3.07	3.99	3.45	4.08	3.45	3.59	4.42	3.80	3.57
CU 196	2.91	2.36	1.99	3.04	3.05	3.18	2.71	2.79	3.31	3.10	3.03	2.68	3.42	3.02	3.07
CU 252	2.78	2.94	2.99	3.60	2.71	2.81	3.81	2.86	2.76	4.04	2.61	2.25	4.16	1.73	2.16
Ort.	3.01														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.80 cd	2.20 d	2.70 cd
CU 159	3.64 a	3.75 a	3.41 ab
CU 196	3.04 bc	2.85 bc	2.85 bc
CU 252	3.68 a	2.60 cd	2.59 cd
Ort.	3.01		
$LSD_{(\%5)}$	1.18		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	2.83	2.85	2.69
3	3.16	3.11	3.12
6	3.19	2.95	2.68
9	3.51	2.76	3.18
12	3.75	2.55	2.75
Ort.	3.01		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.419	2.88	2.52	2.67	2.28
CU 159	3.35	3.52	3.55	3.66	3.98
CU 196	2.42	3.09	2.72	3.15	3.17
CU 252	2.90	3.04	2.98	3.14	2.68
Ort.	3.01				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

Çizelge 4.65. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde K/Na oranında zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.10	2.94	2.98	2.71	1.14	3.18	4.91	0.70	3.33	6.31	0.55	4.52	4.00	0.44	3.96
CU 159	3.60	4.99	3.70	4.11	1.90	3.86	4.95	1.85	7.48	5.83	1.11	7.84	11.63	1.81	8.11
CU 196	3.10	2.65	2.26	4.47	1.82	4.03	2.91	1.49	2.95	4.92	1.24	7.04	7.77	1.55	3.34
CU 252	4.15	3.54	6.64	4.50	0.92	2.95	3.97	0.86	3.21	6.22	0.66	4.45	8.85	0.42	3.32
Ort.	4.18														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Genotip x uygulama		
	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.21	1.70	3.60
CU 159	6.03	2.35	6.23
CU 196	4.66	1.76	3.93
CU 252	5.56	1.29	4.13
Ort.	4.18		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.50 d	3.57 d	3.98 cd
3	3.96 cd	1.46 e	3.50 d
6	4.20 cd	1.23 e	4.22 cd
9	5.85 b	0.90 e	5.97 b
12	8.07 a	1.06 e	4.69 c
Ort.	4.18		
$LSD_{(\%5)}$	2.14		

	Genotip x Zaman				
	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	3.01	3.29	2.97	3.80	2.81
CU 159	4.20	2.37	4.76	4.93	7.18
CU 196	2.73	3.44	2.47	4.40	4.23
CU 252	4.80	2.79	2.68	3.84	4.20
Ort.	4.18				
$LSD_{(\%5)}$	ÖD.				

Kök bölgesinde K birikimi en yüksek 252 no'lu genotipin kontrol uygulamalarında belirlenirken (%2.49), bunu genotipi aynı istatistiksel gruplandırma içerisinde yer alan 159 no'lu genotipin tuz uygulaması (% 2.43), 196 no'lu genotipin tuz uygulaması (% 2.41) ve 159 no'lu genotipin kontrol uygulaması (% 2.23) izlemiştir. En düşük K konsantrasyonu ise 40 no'lu genotipin kuraklık (% 1.39) ve tuz uygulamasında (% 1.45) tespit edilmiştir (Çizelge 4.66 ve Şekil 4.6). Stres süresinin etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek K konsantrasyonu kontrol uygulamasının 9. gününde (% 2.85) ve 12. gününde (% 2.83) belirlenmiştir. En düşük K konsantrasyonu ise kuraklık uygulamasının 12. gününde belirlenmiştir. Genel olarak kök bölgesinde K konsantrasyonu bitkinin diğer organlarına göre daha düşük düzeyde kalmıştır. Genotiplerin potasyumu genç ve yaşlı yapraklara göndererek bu organlarda ozmotik dengenin sağlanmasına yardımcı oldukları düşünülmektedir.

Kök dokularındaki K konsantrasyonu incelendiğinde, tuz stresi karşısında dayanıklı genotiplerin (159 ve 196) 6. ve 9. günlerden itibaren K konsantrasyonunda azalma görülmüş ancak duyarlı olan 40 ve 252 genotiplerinde bu azalma stresin 3. gününden itibaren başlamıştır. Özellikle kök dokularında en Na konsantrasyonu içeren 196 genotipin köklerde en yüksek K konsantrasyonunu içerdiği görülmüştür (Çizelge 4.66).

Kök K/Na oranları incelendiğinde stresin 3. gününde genotiplerin kontrol uygulamaları birbirine yakın değerler oluşturmuştur. Ancak tuz stresi ilerleyen stres üsresi ile birlikte genotiplerin K/Na oranında azalmaya neden bu azalma 3. günden itibaren başlamıştır. Kuraklık stresinde ise stresin 9. gününe kadar bir artış meydana gelmiş ancak daha sonra azalma yönünde hız kazanmıştır. Stresin 12. gününde tuz stresi koşullarında en yüksek K/Na oranı 0.98 ile 196 no'lu genotipte belirlenmiş, 40 no'lu genotip ise 0.36 ile en düşük K/Na oranını oluşturan genotip olarak tespit edilmiştir. Kuraklık stresinde ise 3.76 ile 196 no'lu genotip en yüksek orana sahip olurken en düşük oran 40 no'lu genotipte 1.18 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.66. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök K iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.62	1.75	1.65	1.56	1.89	1.78	1.74	1.36	1.41	2.75	1.18	1.23	2.96	1.06	0.86
CU 159	1.94	2.07	2.41	1.6	2.35	2.05	1.96	2.52	2.18	2.91	2.87	2.21	2.74	2.34	1.29
CU 196	1.87	1.79	1.72	1.5	2.82	2.16	1.88	2.91	2.21	2.79	2.51	2.84	2.53	2.01	2.07
CU 252	1.76	1.85	1.86	1.9	2.07	2.07	2.75	1.86	1.84	2.96	1.35	1.38	3.08	1.18	1.16
Ort.	2.01														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.13 a	1.45 c	1.39 c
CU 159	2.23 a	2.43 a	2.03 ab
CU 196	2.11 ab	2.41 a	2.20 ab
CU 252	2.49 a	1.66 bc	1.66 bc
Ort.	2.01		
$LSD_{(\%5)}$	0.54		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	1.80 b-d	1.87 b-d	1.91 b-d
3	1.64 cd	2.28 ab	2.01 bc
6	2.08 bc	2.16 bc	1.91 b-d
9	2.85 a	1.98 bc	1.92 b-d
12	2.83 a	1.65 cd	1.34 d
Ort.	2.01		
$LSD_{(\%5)}$	0.61		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	1.67	1.74	1.50	1.72	1.62
CU 159	2.14	2.00	2.22	2.66	2.12
CU 196	1.79	2.16	2.33	2.72	2.20
CU 252	1.82	2.01	2.15	1.89	1.81
Ort.	2.01				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

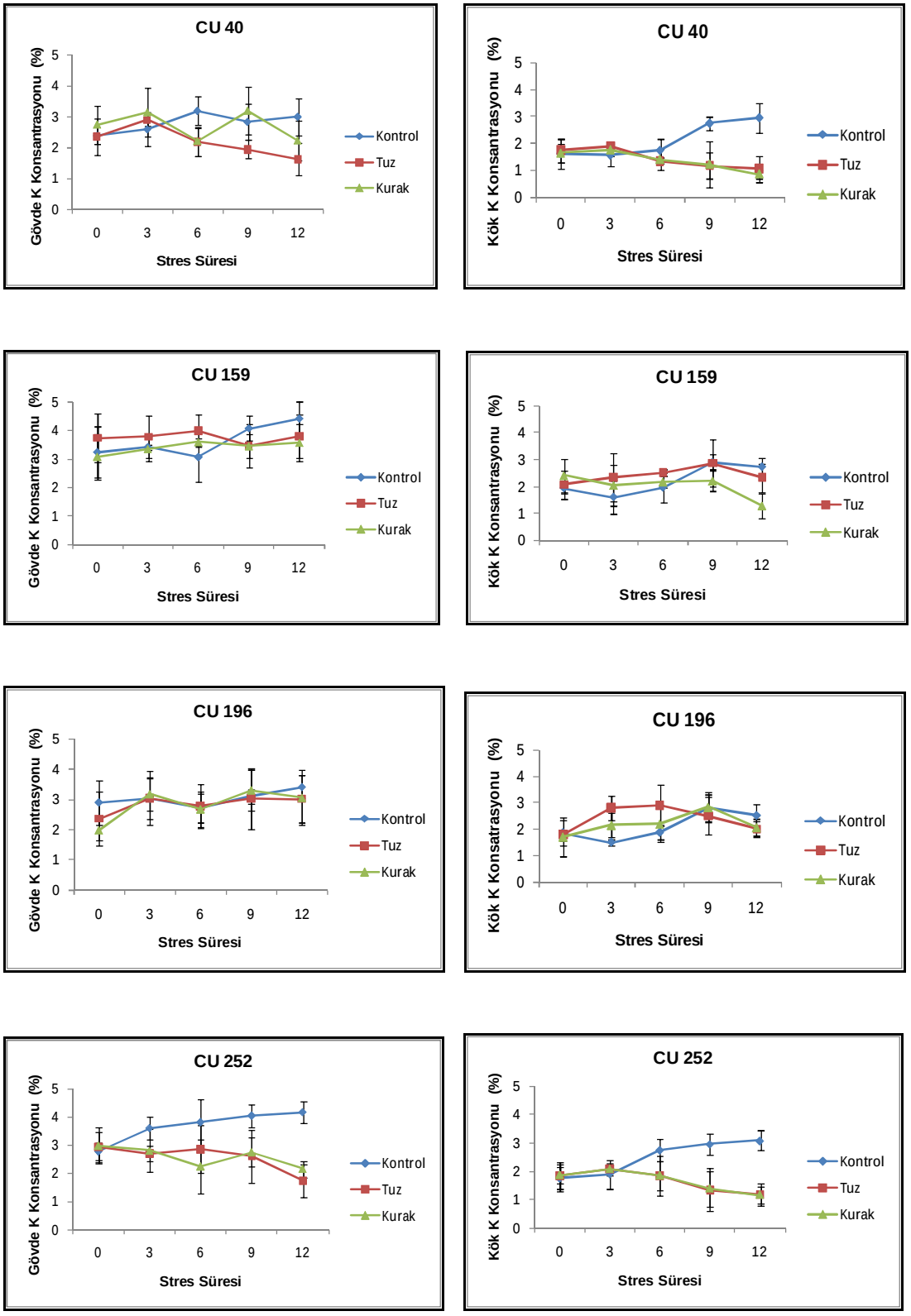
Çizelge 4.67. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök K/Na oranında zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.84 l-v	2.46 j-t	1.81 l-v	2.84 i-r	1.69m-v	3.04 g-o	4.35 d-j	0.56 t-v	2.94 h-p	3.02 h-o	0.44 u-v	2.20 k-v	8.71 b	0.36 v	1.18 o-v
CU 159	12.13 a	2.13 k-v	2.63 j-r	2.71 i-r	1.72m-v	3.77 e-l	2.86 i-q	1.44 o-v	4.84 d-i	4.85 c-h	1.19 o-v	5.14 c-f	8.56 b	0.90 q-v	2.63 j-r
CU 196	3.67 e-m	2.06 k-v	2.10 k-v	2.46 j-u	2.27 k-v	3.77 e-l	3.19 f-o	1.61 n-v	5.02 c-g	5.94 cd	1.29 o-v	10.92 a	6.84 bc	0.98 p-v	3.76 e-l
CU 252	1.93 k-v	3.08 g-o	1.92 k-v	2.57 j-s	1.26 o-v	3.51 e-n	5.98 cd	0.83 r-v	3.91 e-k	5.29 c-e	0.50 s-v	2.42 j-t	8.56 b	0.42 v	1.93 k-v
Ort.	3.76														
$LSD_{(\%5)}$	3.98														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.15 cd	1.10 g	2.24 ef
CU 159	6.35 a	1.47 fg	3.77 d
CU 196	4.40 b-d	1.63 fg	5.11 b
CU 252	4.92 bc	1.24 g	2.76 e
Ort.	3.76		
$LSD_{(\%5)}$	1.77		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	5.04 bc	2.44 f	2.12 f
3	2.65 ef	1.71 fg	3.54 de
6	4.09 cd	1.11 gh	4.13 cd
9	4.79 bc	0.87 gh	5.19 b
12	8.21 a	0.67 h	2.37 f
Ort.	3.76		
$LSD_{(\%5)}$	1.98		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.04 g	2.52 e-g	2.62 d-g	1.88 g	3.42 b-f
CU 159	5.84 a	2.72 c-g	2.99 b-g	3.73 b-d	4.02 b
CU 196	2.60 d-g	2.82 c-g	3.26 b-f	6.02 a	3.87 bc
CU 252	2.32 fg	2.46 e-g	3.57 b-e	2.83 c-g	3.69 b-d
Ort.	3.76				
$LSD_{(\%5)}$					



Şekil 4.6. Kavun genotiplerinde gövde ve kök K konsantrasyonu (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Tolerant ve hassas olarak belirlenen 4 farklı kavun genotipi ile gerçekleştirilen çalışmada potasyum kontrol bitkilerinde ilerleyen stres süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Farklı bitki organlarının K içerikleri karşılaştırıldığında strese maruz bırakılmayan kontrol bitkilerinde genç yaprakların bünyelerinde daha fazla K iyonu içerdikleri, en az K konsantrasyonun ise köklerde bulunduğu görülmüştür. Tuz ve kuraklık stresi karşısında farklı bitki organlarının içerdikleri K konsantrasyonunda farklılıklar oluşmuştur. Genel olarak tüm bitki organlarında ilerleyen stres süresine de bağlı olarak bünyelerindeki K konsantrasyonunda azalma meydana gelmiştir. Ancak tolerant olan genotiplerde bu azalma oldukça düşük düzeylerde olup özellikle tuz stres koşullarında 196 no'lu genotipin genç ve yaşlı yapraklarında kontrol bitkilerine göre % 0.97 ile % 2.97 düzeylerinde artış belirlenmiştir. Hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplerde ise tüm bitki organlarında tuz stresi koşullarında % 43-62 düzeylerinde K konsantrasyonu bakımından azalma olduğu saptanmıştır. Farklı bitki organlarına göre ortalama K konsantrasyonları göz önüne alındığında genel olarak tuz ve kuraklık stresinin birbirine yakın değerler oluşturduğu görülmüştür.

Bitkiler, K aktif alınımı ve birikimi ile hücre içerisindeki ozmotik potansiyelin artmasını böylece hücreye daha fazla su girişini sağlamaktadırlar (Koç, 2005). Bu nedenle potasyum iyonunun bitki bünyesinde birikimi özellikle tuz ve kuraklık streslerinde ozmotik dengenin korunmasında önemli bir yer tutmaktadır. Tuz stresi nedeniyle ortamda konsantrasyonu artan Na iyonu, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle K iyonu alımını sınırlandırmaktadır (Levitt, 1980). Yaşar ve ark. (2006b), fasulyede K iyon konsantrasyonunun, Na konsantrasyonun düşük olduğu organlarda daha yüksekken, Na konsantrasyonunun arttığı yaşlı yapraklarda K konsantrasyonun daha düşük düzeylerde oluştuğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada kök ve gövde K konsatrasyonun genç ve yaşlı yaprak K konsantrasyonuna göre daha düşük düzeyde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da genel olarak yaşlı yaprakların tuz ve kuraklık uygulamalarında meydana gelen azalmanın genç yapraklara oranla daha fazla olduğu, Na konsantrasyonun yaşlı yapraklarda yoğunlaşmasının K konsantrasyonunda da genç yapraklara göre daha fazla azalmaya neden olduğu

düşünülmektedir. Ancak burada sunduğumuz çalışmada K iyonundaki değişmede tuz stresinin etkisinin kuraklık stresine göre daha belirgin olduğu görülmüştür. Maggio ve ark. (2007) domateste su kültüründe yaptıkları çalışmada özellikle yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla Na ve Cl iyon miktarlarında artış meydana geldiğini bu nedenle K konsantrasyonunda meydana gelen azalmanın yaşlı yapraklarda arttığını tespit etmişlerdir. Hajlaoui ve ark. (2010), mısırda yaptıkları çalışmada tuz stresi sonucu artan Na konsantrasyonun toksik etkisi nedeniyle K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini, meydana gelen bu azalmada yaşlı yaprakların daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada tolerant olan ve bünyesine az miktarda Na alan genotipte K konsantrasyonun da daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir. Asraf ve ark. (2003) ; Debouba ve ark. (2006); Yetişir ve Uygur (2009), Ahmadi ve ark. (2009) yaptıkları çalışmalarda Na konsantrasyonunda meydana gelen artışın K iyon konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Genç ve yaşlı yapraklarda kuraklık stresi koşullarında 196 ve 159 no'lu genotiplerin kontrol bitkilerine yakın değerler oluşturmasına karşın hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine göre kayıpların yüksek olduğu belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stresi koşullarında meydana gelen su eksikliği turgor basıncının düşmesine bu nedenle bu stres koşullarında K konsantrasyonununda azalmasına neden olmaktadır (Hu ve Schimidhalter, 2005). Kolzada yapılan bir çalışma artan kuraklık stresi sonucu yapraklarda K konsantrasyonu da azalma meydana geldğini gösterirken (Nasri ve ark., 2008), ayçiçeğinde yapılan bir çalışma kuraklık sonucu bitkilerin besin elemnti eksikliği nedeniyle K konsantrasyonunda azalmalar görülebileceğini göstermiştir (Güneş ve ark., 2008). Kuchenbuch ve ark. (1986) ise kuraklık sonucu kök uzunluğu ve gelişiminde azalma meydana geldiğini, bunun sonucu olarak K bakımından eksikliklerin ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Tuz stresine tolerans kabiliyetinde olan bitkilerin, genel olarak Na ve Cl iyonlarının yeşil aksama birikimini sınırlandırarak yüksek K/Na oranı sağlama kabiliyetinde oldukları pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Greenway ve Munns, 1980; Gorham ve ark., 1985; Yoshida, 2002; Daşgan ve ark., 2002; Kuşvuran, 2004). Karpuz ve kabakta yapılan bir tuz çalışmasında tuz stresine

toleransı olan genotiplerin daha yüksek K/Na oranına sahip oldukları bildirilmiştir (Yetişir ve Uygur, 2009). Grewal (2010) ise artan tuz konsantrasyonlarının Na ve K iyonları arasındaki rekabet nedeniyle K alımının engellendiğini, bu nedenle K/Na oranlarının azaldığını bildirmiştir. Yoncada yapılan bir kuraklık çalışmasında ise Na iyon birikiminin arttığını ve bu nedenle K/Na oranında azalma görülebileceği ifade edilmiştir (Akhondi ve ark., 2006). Yaptığımız bu çalışmada genotiplerin tuz stresi koşullarında bitkilerin özellikle yaşlı yapraklarında Na iyonun yoğunluğunu arttığı bu nedenle genç yapraklara oranla daha düşük K/Na oranı oluşturdukları belirlenmiştir. İncelenen bitki organlarında stres süresinin genotiplerin K/Na oranının azalmasına yol açarken, tolerant olan genotiplerin hassas olan genotiplere oranla daha yüksek K/Na oranı oluşturdukları tespit edilmiştir. Kuraklık stresinde ise K/Na oranının tuz stresine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Buradaki en önemli etken kurak koşullardaki bitkinin Na konsantrasyonun kontrol bitkilerine yakın değerler oluşturması olarak değerlendirilmiştir. Ancak ozmotik dengenin sağlanabilmesi için K iyonunu bünyesine daha fazla alan tolerant genotiplerin hassas genotiplere göre yüksek K/Na oranı oluşturduğu görülmüştür.

4.3.1.3. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Ca Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Tuz ve kuraklık streslerinin uygulandığı kavun genotiplerinde ve stres ilerledikçe farklı zamanlarda bitkilerin farklı organlarındaki Ca konsantrasyonları belirlenerek aşağıda açıklanmıştır.

Genç yapraklardan alınan bitki örneklerinde yapılan analizler sonucu Ca konsantrasyonunun kontrol bitkilerinde ilerleyen süre içerisinde artış gösterdiği ancak tuz ve kuraklık stresleri altında yetiştirilen kavun bitkilerinde Ca konsantrasyonunun stres süresine bağlı olarak kontrol bitkilerine göre azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.68 ve Şekil 4.7). Araştırmamızda kontrol, tuz ve kuraklık uygulamalarının, kavun genotiplerinde ortalama Ca konsantrasyonlarını etkilediği tespit edilmiştir. Buna göre; en yüksek Ca konsantrasyonu 159 no'lu genotipin kontrol uygulamasında (% 7.20) belirlenirken bu genotipi diğer genotiplerin kontrol uygulamaları ile 196 no'lu genopin tuz ve kuraklık uygulamaları

izlemiştir. En düşük Ca konsantrasyonu ise 252 no'lu genotipin tuz ve kuraklık uygulamaları (% 5.46 ve % 5.14) ile 40 no'lu genotipin kuraklık ve tuz uygulamaları (% 4.96 ve % 4.14) sonucu saptanmıştır (Çizelge 4.68). Çalışma konusu olan 3 farklı uygulama ile stres süresi ortalama Ca konsantrasyonu üzerinde etkili olan bir diğer faktörü oluşturmuşlardır. En yüksek Ca konsantrasyonu uygulamaların 12. Gününde kontrol grubunda (% 7.60) belirlenmiş, bunu yine kontrol grubunun 9.uygulama gününde (% 7.26) belirlenmiştir. En düşük Ca konsantrasyonu ise tuz uygulamalarının 9 ve 12. günlerinde tespit edilmiştir.

Kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık stresleri altında genç yapraktaki Ca konsantrasyonu genel olarak bütün genotiplerde kontrol bitkilerine göre bir azalma tespit edilmiştir. Ancak, tuz stresince 3. günde ve kuraklık stresinde ise 6. Günden başlayarak dayanıklı genotiplerde Ca konsantrasyonunda artma açık bir şekilde görülmektedir. Özellikle 12. günde dayanıklı ve duyarlı genotipler arasındaki Ca konsantrasyon farkı çok net görülmektedir (Çizelge 4.68).

Genç yaprak Ca/Na oranları incelen genotiplere ait sonuçlar ve istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.69'da verilmiştir. Ca/Na oranı bakımından genotiplerin uygulamalar ve stres süresine bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.62'de görüleceği üzeri en yüksek oran 20.49 ile 159 no'lu genotipin stresin 12. gününde belirlenmiştir. Bu genotipi 196 no'lu genotipin stresin 9.gününde 14.08 Ca/Na oranı izlemiştir. Stres süresine bağlı olarak en düşük oran ise 40 no'lu genotipin stres başlangıcı (5.92) ve stresin 3. gününde (5.83) tespit edilmiştir. Genel olarak kontrol ve kuraklık uygulamalarının ilerleyen stres süresine paralel olarak Ca/Na oranı artış göstermiş buna karşılık tuz stresi genotiplerin Ca/Na oranlarında azalmaya neden olmuştur. Dört genotipte de de tuz stresi nedeniyle 3. günden itibaren Ca/Na oranlarında meydana gelmiştir. Duyarlı 40 ve 252 genotiplerinde bu azalma beligin bir biçimde görülürken, dayanıklı 159 ve 196 genotiplerinde daha düşük seviyelerde bir azalma belirlenmiştir. Nitekim stresin 12. gününde dayanıklı genotiplerin, duyarlı genotiplere göre daha yüksek bir Ca/Na oranı oluşturdukları Çizelge 4.69'da da görülmektedir.

Çizelge 4.68. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	5.86	5.41	5.02	6.24	5.77	5.58	6.45	4.87	5.23	6.97	4.59	4.69	7.17	4.51	4.30
CU 159	6.24	7.06	8.05	6.84	7.44	7.81	7.35	7.24	7.53	7.66	7.12	7.38	7.93	6.87	7.21
CU 196	5.65	6.42	6.12	6.25	7.30	6.35	7.39	6.61	6.46	7.14	6.51	7.36	7.50	6.12	7.66
CU 252	5.91	6.01	6.07	6.05	6.40	6.28	6.76	5.79	5.10	7.41	4.60	4.23	7.81	4.48	4.05
Ort.	2.12														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	6.52 a	4.90 b	4.96 b
CU 159	7.20 a	6.45 a	6.76 a
CU 196	6.69 a	6.58 a	6.78 a
CU 252	6.78 a	5.44 b	5.14 b
Ort.	2.12		
$LSD_{(\%5)}$	0.54		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	5.91 cd	5.86 cd	5.82 cd
3	6.34 bc	6.70 a-c	6.13 b-d
6	6.88 ab	5.97 cd	5.82 cd
9	7.29 a	5.43 d	5.91 cd
12	7.60 a	5.91 cd	5.29 d
Ort.	2.12		
$LSD_{(\%5)}$	0.61		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	5.43	6.84	5.52	5.25	5.29
CU 159	5.97	6.84	6.81	7.18	7.24
CU 196	6.06	6.30	6.67	7.00	7.09
CU 252	6.00	6.24	5.88	5.41	5.44
Ort.	2.12				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

Çizelge 4.69. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında genç yaprak Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	6.23	5.76	5.77	7.52	3.54	6.41	9.08	1.53	10.46	12.91	0.78	13.03	12.15	0.88	10.24
CU 159	7.80	7.20	8.21	7.28	4.68	9.30	14.41	4.16	13.69	14.73	3.00	14.47	26.43	2.31	32.77
CU 196	5.71	6.62	7.95	8.33	5.25	6.61	14.78	4.38	13.46	17.41	3.74	21.03	13.89	4.22	13.44
CU 252	6.16	6.75	7.14	8.52	2.25	6.83	13.00	1.29	9.44	16.11	0.50	9.00	28.93	0.64	15.58
Ort.	7.05														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	9.58	2.51	9.17
CU 159	14.14	4.29	15.67
CU 196	12.02	4.85	12.51
CU 252	14.55	2.23	9.55
Ort.	7.05		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	6.48d	6.53d	7.27d
3	7.92d	3.93e	7.29d
6	12.83bc	2.84e	11.74c
9	15.31b	2.02e	14.39b
12	20.34a	2.03e	17.94a
Ort.	7.05		
$LSD_{(\%5)}$	3.06		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	5.92g	5.83g	7.02fg	8.90c-f	7.76e-g
CU 159	7.75e-g	7.09fg	10.76cd	10.76cd	20.49a
CU 196	6.77fg	6.74fg	10.87c	14.08b	10.52c-e
CU 252	6.60fg	5.85g	7.89d-g	8.54c-g	14.98b
Ort.	7.05				
$LSD_{(\%5)}$	3.54				

Yaşlı yapraklarda meydana gelen Ca konsantrasyon değişimleri incelenerek Çizelge 4.70 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Yaşlı yaprak Ca konsantrasyonunun stres uygulamalarından etkilenerek genç yaprak Ca konsantrasyonlarında olduğu gibi tuz ve kuraklık uygulamaları sonucu ilerleyen stres süresince azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Meydana gelen bu azalma özellikle hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplerde dikkate değer biçimde gerçekleşmiştir. 196 ve 159 dayanıklı genotipler özellikle her iki stres altında da 6. günden başlayarak yaşlı yapraklardaki Ca konsantrasyonu, duyarlı genotiplerden (40 ve 252) daha yüksek tutmaya başlamıştır. Tuz ve kuraklık streslerinin 12. gününde dayanıklı ve duyarlı genotiplerin yaşlı yaprak Ca konsantrasyonları arasındaki fark oldukça açıktır. Uygulamalar dikkate alındığında en yüksek Ca konsantrasyonu 159 no'lu genotipin kontrol uygulaması (% 4.37) sonucu belirlenirken, en düşük Ca konsantrasyonu ise 40 no'lu genotipin tuz (% 2.52), 252 no'lu genotipin kuraklık (% 2.45) ve yine 40 no'lu genotipin kuraklık (% 2.20) uygulamaları sonucu ortaya çıkmıştır. Uygulamalar ve stres süresi yaşlı yapraklarda Ca konsantrasyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Uygulamaların 12. gününde kontrol grubu bitkileri en yüksek Ca konsantrasyonuna sahipken (% 4.39), bunu yine kontrol grubunda yer alan kavun bitkilerinde uygulamaların 9. gününde (% 4.11) saptanan Ca konsantrasyon değeri izlemiştir. En düşük Ca iyon değeri ise tuz uygulamalarının 12. gününde % 2.74 olarak belirlenmiştir.

Yaşlı yaprak Ca/Na oranları incelendiğinde en yüksek Ca/Na oranı 40 ve 159 no'lu genotiplerde stresin 9. gününde kontrol uygulamalarında (11.92 ve 11.61) ve 159 no'lu genotipin stresin 9. gününde kuraklık uygulamasında (11.67) belirlenirken; en düşük Ca/Na oranı stresin 12. gününde 252 ve 40 no'lu genotiplerin tuz uygulamalarında (0.23 ve 0.33) tespit edilmiştir (Çizelge 4.71). Yaşlı yapraklarda Ca/Na oranı kontrol uygulamalarında stres süresi ile birlikte artış gösterirken, tuz uygulamalarında azalma göstermiştir. Özellikle yaşlı yapraklarda artan Na konsantrasyonu tüm genotiplerde Ca/Na oranında azalmaya neden olmuştur. Na konsantrasyonundaki artışa ile birlikte 3. günden itibaren meydana gelen azalma duyarlı genotiplerde (40 ve 252) daha şiddetli olmuşken, 12. günün sonunda dayanıklı genotiplerin (159 ve 196) en yüksek Ca/Na oranını oluşturdukları Çizelge

4.71'de de görülmektedir. Kuraklık stresinde ise stresin 9. gününe kadar genel bir artış görülmekle birlikte bu noktadan itibaren Ca/Na oranında azalma meydana gelmiştir. Ancak stresin 12. gününde dayanıklı genotiplerin daha yüksek Ca/Na oranına sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.70. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.18	2.71	2.48	3.53	2.93	2.72	3.92	2.58	2.13	4.09	2.28	1.92	4.20	2.11	1.78
CU 159	3.80	3.56	3.96	4.25	3.96	4.12	4.40	3.76	4.42	4.57	3.40	4.33	4.85	3.30	4.20
CU 196	2.87	3.21	3.49	3.12	3.53	3.93	3.22	3.98	4.07	3.47	3.79	3.92	3.94	3.47	3.70
CU 252	3.61	3.75	2.93	3.99	3.83	3.03	4.22	3.01	2.78	4.32	2.43	1.87	4.60	2.09	1.65
Ort.	4.62														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.78 cd	2.52 g	2.20 g
CU 159	4.37 a	3.60 de	4.21 ab
CU 196	3.32 ef	3.60 de	3.82 b-d
CU 252	4.15 a-c	3.02 f	2.45 g
Ort.	4.62		
$LSD_{(\%5)}$	0.99		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.37 d-f	3.31 d-f	3.21 e-g
3	3.72 b-d	3.56 c-e	3.45 de
6	3.94 bc	3.33 d-f	3.34 d-f
9	4.11 ab	2.97 f-h	3.01 f-h
12	4.39 a	2.74 h	2.83 gh
Ort.	4.62		
$LSD_{(\%5)}$	1.11		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.79	3.06	2.88	2.76	2.70
CU 159	3.77	4.11	4.19	4.10	4.11
CU 196	3.19	3.53	3.75	3.72	3.70
CU 252	3.43	3.62	3.33	2.87	2.78
Ort.	4.62				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

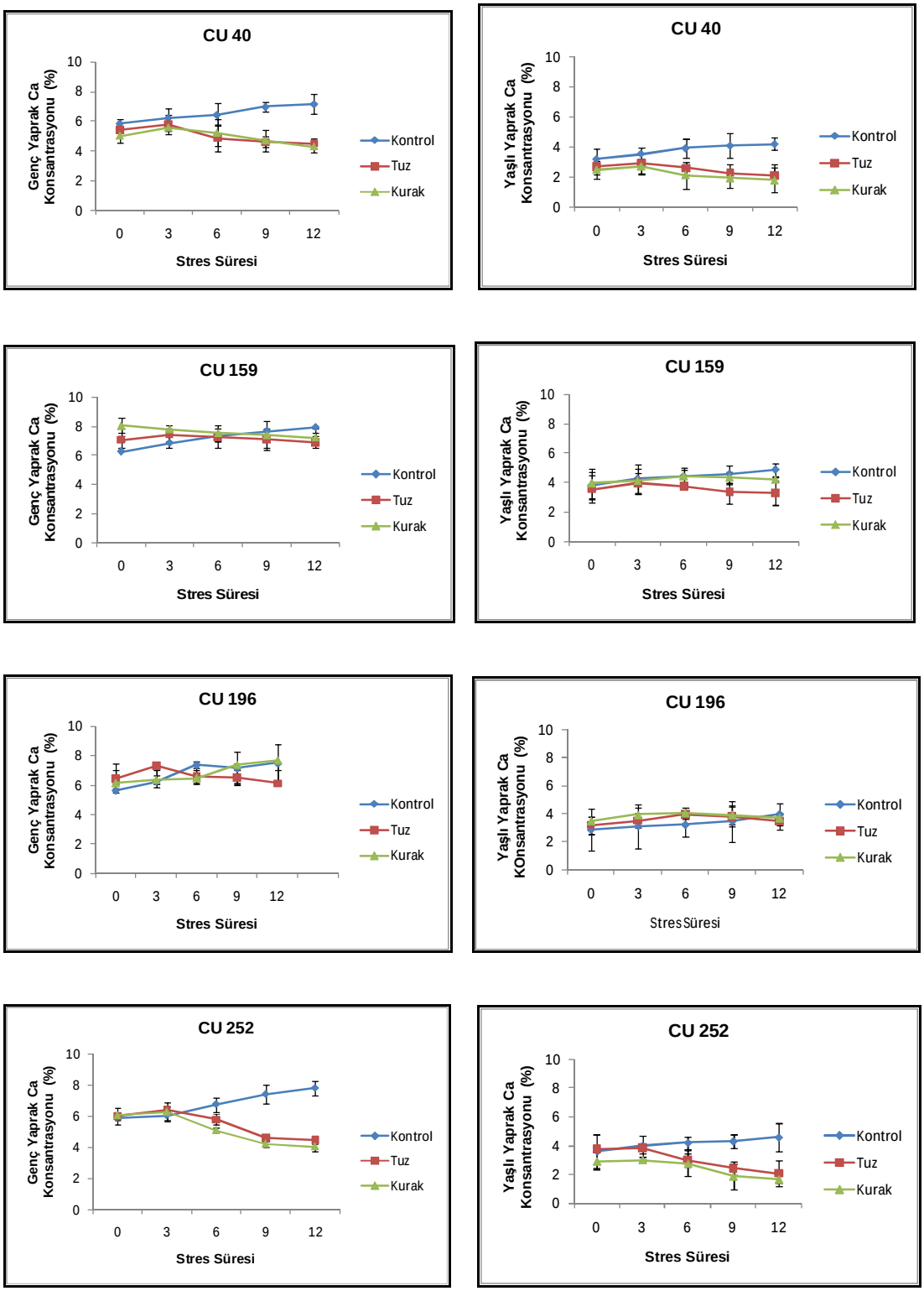
Çizelge 4.71. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaşlı yaprak Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.28 n-v	2.95 n-x	2.76 o-y	4.25 i-q	1.16 v-[	3.16 n-v	6.87 e-g	0.54 y-[	3.32 n-v	11.92 a	0.37 [	3.05 n-w	9.55 b-d	0.33 [	2.25 q-[
CU 159	4.60 h-p	4.19 j-r	5.66 f-m	4.44 i-q	2.11 r-[	4.64 g-p	6.77 e-h	1.40 u-[	6.31 f-j	11.61 ab	1.12 v-[	11.70 ab	9.15 c-d	0.72 x-[	11.35 a-c
CU 196	4.67 g-p	4.12 j-s	4.11 j-s	3.71 l-t	2.61 p-z	4.97 g-o	5.11 g-n	1.94 r-[	6.17 f-k	7.75 d-f	1.47 t-[	8.71 de	5.88 f-l	1.93 s-[	6.44 f-i
CU 252	5.92 f-l	3.99 k-s	3.33 n-v	4.81 g-p	1.43 u-[	3.44 m-u	7.40 d-f	0.89 w-[	3.23 n-v	9.60 b-d	0.43 z-[	4.09 j-s	9.39 b-d	0.26 [	3.51 m-u
Ort.	5.16														
$LSD_{(\%5)}$	3.78														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	7.19a	1.07e	2.90cd
CU 159	7.31a	1.92de	7.92a
CU 196	5.42b	2.43d	6.08b
CU 252	7.46a	1.41e	3.51c
Ort.	5.16		
$LSD_{(\%5)}$	1.69		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	4.76d	3.80d	3.96d
3	4.36d	1.84e	4.76d
6	6.54c	1.23e	4.76d
9	10.22a	0.85e	6.87c
12	8.48b	0.82e	5.89c
Ort.	5.16		
$LSD_{(\%5)}$	1.89		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.99g	2.91g	3.58e-g	5.11cd	4.00d-g
CU 159	4.81c-e	3.73e-g	4.84c-e	8.13a	7.07ab
CU 196	4.29d-f	3.78e-g	3.85d-g	5.97bc	4.75c-e
CU 252	4.41d-f	3.24fg	3.85d-g	4.71c-e	4.42d-f
Ort.	5.16				
$LSD_{(\%5)}$	1.69				



Şekil 4.7. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak Ca konsantrasyonları (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Gövde Ca konsantrasyonları incelenen genotiplerin, kontrol uygulamalarında ilerleyen uygulama süresince artışlar göstermesine karşın, tuz ve kuraklık uygulamalarında stres süresi bitki bünyesindeki Ca konsantrasyonun azalmasına neden olmuştur. Bununla birlikte dayanıklı 196 genotipinde gövde dokularında özellikle 6. günden itibaren her iki stres durumunda da Ca konsantrasyonu artmaya başlamıştır. Bu farklılıklar 12. günde duyarlı genotipler ile (40 ve 252), dayanıklılar arasında daha bariz bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.72). Stres süresinin uygulamalar üzerindeki etkisinin önemli bulunduğu çalışmada en yüksek Ca konsantrasyonu kontrol uygulamalarının 12.(% 3.03) ve 9.(% 2.81) günlerinde belirlenmiştir. Stres uygulamaları ve ilerleyen stres süresi genotiplerin bünyesindeki ortalama Ca konsantrasyonunun kontrol bitkilerine oranla azalması ile sonuçlanmıştır. Genel olarak tuz ve kuraklık streslerinin 12. günleri en düşük Ca konsantrasyonunu verirken (% 1.74 ve % 1.73) kontrol uygulamalarının başlangıç değerleri yine en düşük Ca konsantrasyon (% 1.61) gruplandırması içinde yer almıştır (Çizelge 4.72 ve Şekil 4.8.).

Gövde Ca/Na oranları incelendiğinde uygulamaların stres süresi içerisinde farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol uygulamalarında Ca/Na oranı bakımından stres süresince artış görülürken, tuz uygulamalarında azalma meydana gelmiştir. Bununla birlikte kuraklık stresinde genel olarak stres süresi ile birlikte artış görülmüş ancak stresin 9. gününden itibaren Ca/Na oranında azalma tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek Ca/Na oranı kontrol uygulamasının 12. ve 9. günlerinde (6.35 ve 4.81) belirlenirken, en düşük Ca/Na oranı tuz uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.72. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.92	2.04	2.08	2.29	2.21	1.81	2.84	1.94	1.64	3.01	1.82	1.58	3.25	1.49	1.40
CU 159	2.15	2.66	2.79	2.42	2.72	2.54	2.53	2.56	2.44	2.76	2.40	2.16	3.10	2.24	2.09
CU 196	1.30	1.39	1.68	1.74	1.56	1.70	2.62	2.11	1.96	2.83	2.26	2.28	2.93	2.13	2.46
CU 252	1.08	1.52	1.55	1.67	1.85	1.72	2.39	1.74	1.42	2.66	1.45	1.21	2.85	1.18	1.01
Ort.	2.54														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.66	1.90	1.70
CU 159	2.59	2.51	2.40
CU 196	2.28	1.91	2.02
CU 252	2.13	1.52	1.38
Ort.	2.54		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	1.61 c	1.90 c	2.03 c
3	2.03 c	2.09 bc	1.94 c
6	2.59 ab	2.09 bc	1.87 c
9	2.81 a	1.98 c	1.80 c
12	3.03 a	1.75 c	1.74 c
Ort.	2.54		
$LSD_{(\%5)}$	0.67		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.01	2.10	2.14	2.14	2.04
CU 159	2.53	2.56	2.51	2.44	2.47
CU 196	1.46	1.67	2.23	2.46	2.54
CU 252	1.38	1.75	1.85	1.77	1.63
Ort.	2.54				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

Çizelge 4.73. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında gövde Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Gen.	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
40	2.49	2.68	2.42	2.51	0.87	1.83	4.37	0.62	2.73	6.50	0.51	2.24	4.33	0.40	2.59
159	2.39	3.60	3.36	2.92	1.40	2.92	4.17	1.19	5.16	3.94	0.77	5.12	8.16	1.07	4.75
196	1.38	1.75	2.04	2.73	0.97	2.15	2.82	1.13	2.25	4.61	0.96	5.14	6.66	1.09	2.67
252	1.76	1.83	3.62	2.09	0.63	1.70	2.59	0.53	2.03	4.15	0.36	1.95	6.27	0.29	1.68
Ort.	2.87														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.03	1.02	2.37
CU 159	4.32	1.65	4.26
CU 196	3.63	1.18	2.86
CU 252	3.36	0.73	2.21
Ort.	2.87		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	2.00 g	2.46 e-g	2.86 d-f
3	2.55 e-g	0.97 h	2.18 fg
6	3.47 cd	0.87 h	3.04 c-e
9	4.81 b	0.65 h	3.62 c
12	6.35 a	0.70 h	2.93 c-e
Ort.	2.87		
$LSD_{(\%5)}$	1.54		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.53	1.75	2.56	3.08	2.44
CU 159	3.12	2.41	3.51	3.29	4.66
CU 196	1.71	1.96	2.06	3.57	3.47
CU 252	2.40	1.48	1.72	2.16	2.74
Ort.	2.87				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

Kök Ca konsantrasyonları incelenen genotiplerin uygulamalara bağlı olarak Ca içeriğinin değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.74 ve Şekil 4.8). Kök dokularındaki Ca konsantrasyonu bakımından önceki sonuçlara benzer olarak (genç yaprak, yaşlı yaprak ve gövde) her iki stres durumunda da dayanıklı genotipler duyarlı genotiplerden daha fazla kalsiyumu özellikle 6. Günden itibaren kök dokularında barındırmaya başlamıştır (Çizelge 4.53). Ancak Ca konsantrasyonu gövde ve kök dokularında yapraklardan daha düşük seviyede kalmıştır. En yüksek Ca konsantrasyonu 252 no'lu genotipin kontrol uygulamalarında (% 2.47) belirlenirken en düşük Ca konsantrasyonu yine 252 no'lu genotipin kuraklık (% 1.75) ve tuz (% 1.73) uygulamalarında tespit edilmiştir. Uygulamaların genel Ca konsantrasyon ortalamaları, ilerleyen stres süresine göre de değişim göstermiştir. Araştırmada en yüksek Ca konsantrasyonu kontrol uygulamalarının 12. gününde (% 2.739 belirlenirken, en düşük Ca konsantrasyonu tuz (% 1.81) ve kuraklık (% 1.71) uygulamalarının 12. gününde tespit edilmiştir (Çizelge 4.74). Kök Ca konsantrasyonları genotiplerin stres süresine bağlı olarak da değişim göstermiştir. Buna göre 159 no'lu genotipin stres süresinin 6. gününde (% 2.73) en yüksek Ca konsantrasyonu belirlenirken, en düşük Ca konsantrasyonu 196 no'lu genotipin stres başlangıcında (% 1.79) ve 40 no'lu genotipin stresin 12. gününde (% 1.77) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.72).

Kök Ca/Na oranı incelendiğinde uygulamaların genotipler üzerinde etkili olduğu gibi stres süresinin de Ca/Na oranı bakımından etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4.75). Ca-Na ayrımı yönünden tercihini Ca iyonu yönünde kullanarak en yüksek Ca/Na 159 no'lu genotipin kontrol uygulamasında ve stres başlangıcında belirlenmiştir (12.65). Bu genotipi 196 no'lu genotipi kuraklık uygulaması stresin 9.gününde (9.88) ve 252 no'lu genotipi stresin 12. gününde kontrol uygulamanın (8.51) izlediği saptanmıştır. En düşük Ca/Na oranı ise 40 no'lu genotipin tuz uygulamasında stresin 12. gününde 0.45 olarak tespit edilmiştir. Her iki stres koşulunda da dayanıklı genotiplerin (159 ve 196), hassas genotiplere oranla daha yüksek Ca/Na oranına sahip oldukları Çizelge 4.75'de görülmektedir.

Çizelge 4.74. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Ca konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.88	2.60	2.57	2.03	1.87	1.96	2.45	1.75	1.73	2.57	1.58	1.63	2.72	1.35	1.24
CU 159	2.02	2.53	2.21	2.11	2.65	2.32	2.14	2.51	2.17	2.31	2.30	1.87	2.58	2.26	1.92
CU 196	1.53	1.88	1.96	1.83	2.57	2.45	2.45	2.73	2.75	2.59	2.67	2.57	2.65	2.20	2.34
CU 252	2.04	1.99	2.27	2.24	1.85	2.04	2.39	1.65	1.61	2.65	1.53	1.45	3.03	1.65	1.36
Ort.	2.36														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.33 ab	1.83 cd	1.82 cd
CU 159	2.22 ab	2.35 ab	2.10 ba
CU 196	2.21 ab	2.41 ab	2.41 ab
CU 252	2.47 a	1.73 d	1.75 d
Ort.	2.36		
$LSD_{(\%5)}$	0.40		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	1.87 d-f	2.28 bc	2.25 b-d
3	2.05 c-f	2.20 b-e	2.19 b-e
6	2.36 a-c	2.11 c-e	2.06 c-f
9	2.53 ab	2.01 c-f	1.88 d-f
12	2.73 a	1.81 ef	1.71 f
Ort.	2.36		
$LSD_{(\%5)}$	0.45		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.35 a-d	1.95 c-f	1.98 c-f	1.92 d-f	1.77 f
CU 159	2.29 a-e	2.31 a-e	2.21 a-f	2.15 c-f	2.16 b-f
CU 196	1.79 f	2.28 a-e	2.64 a	2.61 ab	2.39 a-c
CU 252	2.10 c-f	2.04 c-f	1.88 ef	1.88 ef	2.02 c-f
Ort.	2.36				
$LSD_{(\%5)}$	0.52				

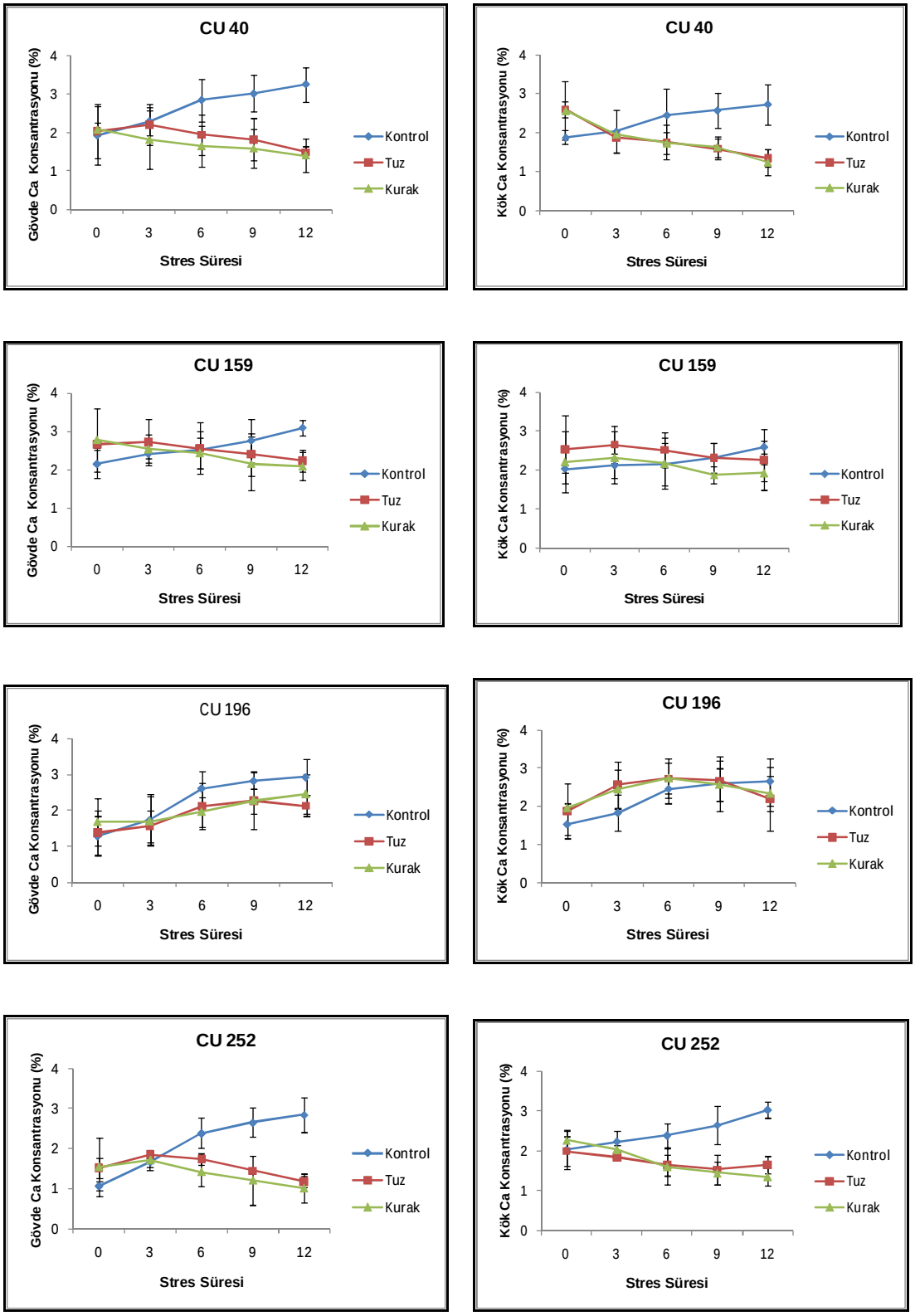
Çizelge 4.75. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında kök Ca/Na oranlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.14 n-y	4.04 h-m	2.82 l-u	3.76 i-p	1.67 q-y	3.44 i-r	6.13 d-g	0.72 v-y	3.74i-p	2.82 l-u	0.59 xy	2.91 k-t	8.00 b-d	0.45 y	1.70 q-y
CU 159	12.63 a	2.61 l-v	2.28 n-y	3.58 i-q	1.93 p-y	4.24 g-l	2.89 l-t	1.63 r-y	4.82 f-k	3.85 h-p	0.95 u-y	4.35 f-l	8.06 b-d	0.87 v-y	3.92 h-o
CU 196	3.00 j-t	2.16 n-y	2.96 j-t	2.97 j-t	2.07 o-y	4.15 h-m	4.15 g-m	1.51 r-y	6.25 d-f	5.51 e-h	1.37 s-y	9.88 b	7.16 c-e	1.07 t-y	4.16 h-m
CU 252	2.24 n-y	3.32 j-r	2.50 l-x	3.03 j-s	1.13 s-y	3.46 i-r	5.20 e-i	0.74 v-y	3.43 i-r	4.89 f-j	0.57 xy	2.54 l-w	8.42 bc	0.65 w-y	2.27 m-y
Ort.	4.01														
$LSD_{(\%5)}$	4.29														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.57 cd	1.50 f	2.93 e
CU 159	6.20 a	1.58 f	3.90 d
CU 196	4.61 cd	1.64 f	5.49 ab
CU 252	4.80 bc	1.29 f	2.84 e
Ort.	4.01		
$LSD_{(\%5)}$	1.92		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	5.00 b	3.03 de	2.61 ef
3	3.34 de	1.70 fg	3.84 cd
6	4.63 bc	1.67 g	4.57 bc
9	4.32 bc	0.87 g	4.92 b
12	7.93 a	0.74 g	3.03 de
Ort.	4.01		
$LSD_{(\%5)}$	2.17		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	3.00 d-g	2.97 d-g	3.52 b-f	2.10 g	3.40 b-f
CU 159	5.80 a	3.25 b-f	3.12 c-g	3.07 c-g	4.26 b
CU 196	2.70 e-g	3.07 c-g	4.01 b-d	5.67 a	4.13 bc
CU 252	2.68 fg	2.56 fg	3.17 b-g	2.67 fg	3.81 b-e
Ort.	4.01				
$LSD_{(\%5)}$	2.48				



Şekil 4.8. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Ca konsantrasyonları (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Farklı bitki organlarında tuz ve kuraklık stresi sonucu Ca konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada genel olarak en yüksek Ca konsantrasyonları kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Genotiplerin tuz ve kuraklık stresleri karşısında Ca konsantrasyonunda meydana gelen azalma ilerleyen stres süresi ile birlikte artmıştır. Çalışmada yer alan dört farklı kavun genotipinde Ca değişiminin en yoğun görüldüğü bitki organının yaşlı yapraklar olduğu belirlenmiştir. Özellikle tuz stresi koşullarında Na konsantrasyonundaki hızlı artış, bu bölgede Ca konsantrasyonun azalmasına neden olurken, kuraklık stresinde su eksikliği nedeniyle yeterli Ca iyonunu alamayan bitkinin bünyesinde bulunan mevcut Ca iyonunu genç yapraklara göndererek ozmotik dengeyi sağlaması buradaki en önemli etkenleri oluşturmuştur. Gövde ve kök kısmında Ca konsantrasyonunun yapraklara oranla kontrol ve diğer uygulamalarda daha düşük düzeyde olması ise bitkinin ortamdan aldığı Ca iyonunu yapraklara göndererek iyon dengesini bu kısımlarda oluşturmaya çalıştığı düşünülmektedir.

Yüksek tuz konsantrasyonları bitki hücresinde birçok olumsuzlukları beraberinde getirirken, Na ve Cl iyonları birikimi sonucu Ca iyonunun hücre içerisindeki dengesinin bozulması pek çok araştırıcı tarafından ortaya konmuştur (Marschner, 1995; Daşgan ve ark., 2002; Yaşar, 2003, Xue ve Liu, 2008). Asraf ve ark. (2003), bamyada artan Na ve Cl iyonları nedeniyle Ca konsantrasyonunda azalmanın meydana geldiğini, Yaşar ve ark. (2006b) ise fasulyede yaptıkları tuzluluk çalışmasında Ca içeriğinin artan Na konsantrasyonu nedeniyle özellikle yaşlı yapraklarda azaldığını ifade etmişlerdir. Daşgan ve ark. (2009a) fasulyede yaptıkları çalışmada, tuz stresinin Na konsantrasyonunun bitki bünyesine fazla alınması nedeniyle Ca ve K konsantrasyonlarının azaldığını saptamışlardır. Tuz koşullarına adapte olan çim bitkilerinde K ve Ca iyonlarının bitki bünyesine daha fazla alınması ile Na iyonun alınımının sınırlandırıldığı bildirilmiştir (Hamed ve Asraf, 2008). Hajlaoui ve ark. (2010) mısırda yaptıkları çalışmada, Na konsantrasyonundaki artış ile birlikte Ca konsantrasyonun özellikle yaşlı yapraklarda azaldığını, bu azalmanın hassas olan Aristo çeşidinde daha fazla meydana geldiğini saptamışlardır.

Kuraklık stresi bitki besin elementlerinin yeterince alınamaması ve bitkilerde Ca eksikliğinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bitki bünyesindeki bu azalma

respirasyon ve fotosentez gibi biyokimyasal olaylar dışında enzim aktivitelerinde de aksaklıkların ortaya çıkmasına ve sonuçta ozmotik dengenin bozularak bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara neden olmaktadır (El-Telway, 1987; Rodriguez ve ark., 1996; Saxena ve ark., 2001). Abdalla ve El-Khohiban (2007), buğdayda yaptıkları bir çalışmada kuraklığın kalsiyum konsantrasyonun azalmasına neden olduğunu, bu etkinin hassas genotiplerde daha önce ortaya çıktığını göstermişlerdir. Hessini ve ark. (2009) hafif şiddette oluşan kuraklık stresi koşullarında bitkilerde Ca konsantrasyonlarının kontrol bitkilerine göre artış gösterdiğini ancak stres şiddetinin artmasına bağlı olarak Ca konsantrasyonunda azalma görülebileceğini ifade etmişlerdir. Güneş ve ark. (2006), Sivritepe ve ark. (2007), Siddiqui ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi nedeniyle bitki bünyesinde Ca konsantrasyonunda artış meydana geldiğini ifade ederken; Akhondi ve ark. (2006), Sanchez ve ark. (2007) kuraklık stresi ile birlikte bitki bünyesinde Ca konsantrasyonun artış gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Bitkilerin stres ortamından iyon regülâsyonu ve ozmotik basıncın dengelenmesi için ortamdan Na yerine Ca iyonunu tercih etmeleri toleranslık düzeylerinin artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle Ca/Na oranı bitkinin tercihini hangi yönde kullandığının belirlenebilmesi için oldukça etkili bir parametre olarak kullanıldığı daha önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Daşgan ve ark., 2002; Asraf ve ark., 2003; Koç, 2005; Daşgan ve ark., 2006). Florunsa ve Yakuba (1988) mısırda; Daşgan ve ark., 2006, fasulyede; Yetişir ve Uygur (2009) karpuz ve kabakta yaptıkları çalışmalarda Na artışı ile K/Na ve Ca/Na oranlarının azaldığı bildirmişlerdir.

4.3.1.4. Tuz Koşullarında Cl Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Tuz stresinin farklı bitki organlarında Cl konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler incelenerek aşağıda açıklanmıştır

200 mM NaCl uygulaması genç yapraklarda Cl konsantrasyonunun artışına neden olmuştur. En yüksek Cl konsantrasyonu 252 (% 2.72) ve 40 no'lu (% 2.57) genotiplerin tuz uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek Cl konsantrasyonu ise genotiplerin kontrol uygulamalarında saptanmış olup % 0.70-0.80 oranlarında görülmüştür. Kontrol ve tuz uygulamalarında belirlenen Cl konsantrasyonları stres süresine bağlı olarak da değişim göstermiştir. Tuz uygulamalarının 12. gününde en yüksek Cl konsantrasyonu belirlenirken (% 3.41), bunu yine tuz uygulamalarının 9. (% 2.83) ve 6. (% 2.57) günlerinde tespit edilmiştir. Uygulamaların stres süresince Cl konsantrasyonları göz önüne alındığında en düşük Cl konsantrasyonu, kontrol uygulamalarının tüm stres süresince görülmüş olup % 0.70 ile % 086 düzeyinde değişmiştir (Çizelge 4.76 ve Şekil 4.9). Klor konsantrasyonundaki artış 6. Günden itibaren hızlanmıştır. Stres süresince dayanıklı (159 ve 196) genotipler bünyelerine daha az oranlarda Cl iyonu almış, ancak duyarlı genotiplerde Cl konsantrasyonu belirgin bir biçimde artış göstermiştir.

Genotiplerin ilerleyen stres süresince yaşlı yaprak Cl konsantrasyonları belirlenerek Çizelge 4.77 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Yaşlı yapraklarda Cl konsantrasyonlarının genel olarak genç yapraklara oranla daha yüksek olduğu ve bitki bünyesinde yaşlı yapraklarda birikiminin arttığı belirlenmiştir. İlerleyen stres süresi ile birlikte yaşlı yaprak Cl konsantrasyonlarında da artış belirlenmiştir. Stres süresinde olduğu gibi genotiplerin genel olarak en yüksek Cl iyonu konsantrasyonuna tuz uygulamasında sahip oldukları, uygulamalar içerisinde ise yine en yüksek Cl konsantrasyonun stresin 12. gününde görüldüğü tespit edilmiştir. Çizelge 4.77'de görülebileceği üzere genç yaprakta olduğu gibi stresin 6. gününde Cl konsantrasyonundaki artış yükselmiştir. 12. gün sonunda dayanıklı genotiplerde Cl konsantrasyonu duyarlı genotiplere oranla (40 ve 252) düşük düzeylerde kalmıştır. En yüksek Cl konsantrasyonu stresin 12. gününde 252 no'lu genotipte % 5.48 olarak belirlenmiştir. Bu genotipi % 4.31 ile 40 no'lu genotipte stresin 12. gününde (%

4.31) ve 159 no'lu genotipte stresin 12. gününde (% 3.86) belirlenmiştir. En düşük Cl iyonu konsantrasyonları ise genel olarak kontrol uygulamalarında belirlenmiş olup; tuz uygulamasında 0. gün alınan örneklerde belirlenen Cl konsantrasyonları da kontrol uygulamaları ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır (% 0.61- 0.92).

Çizelge 4.76. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında genç yaprak Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman									
	0.Gün		3.Gün		6.Gün		9.Gün		12.Gün	
Genotip	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
CU 40	0.61	0.81	0.66	2.30	0.70	2.88	0.76	3.02	0.76	3.86
CU 159	0.75	0.77	0.76	1.88	0.96	2.34	0.82	2.81	0.79	2.91
CU 196	0.72	0.78	0.73	1.45	0.85	2.15	0.80	2.41	0.61	2.39
CU 252	0.75	0.92	0.75	2.07	0.92	2.93	0.67	3.22	0.77	4.48
Ort.	1.53									
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.									

Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz
CU 40	070 d	2.57 a
CU 159	0.82 d	2.14 b
CU 196	0.74 d	1.81 c
CU 252	0.77 d	2.72 a
Ort.	1.53	
$LSD_{(\%5)}$	0.26	

Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz
0	0.70 d	0.82 d
3	0.72 d	1.92 c
6	0.86 d	2.57 b
9	0.76 d	2.83 b
12	0.73 d	3.41 a
Ort.	1.53	
$LSD_{(\%5)}$	0.29	

Zaman					
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.71	1.48	1.79	1.89	2.31
CU 159	0.76	1.32	1.65	1.81	1.85
CU 196	0.75	1.09	1.50	1.54	1.50
CU 252	0.83	1.41	1.92	1.94	2.62
Ort.	1.53				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D				

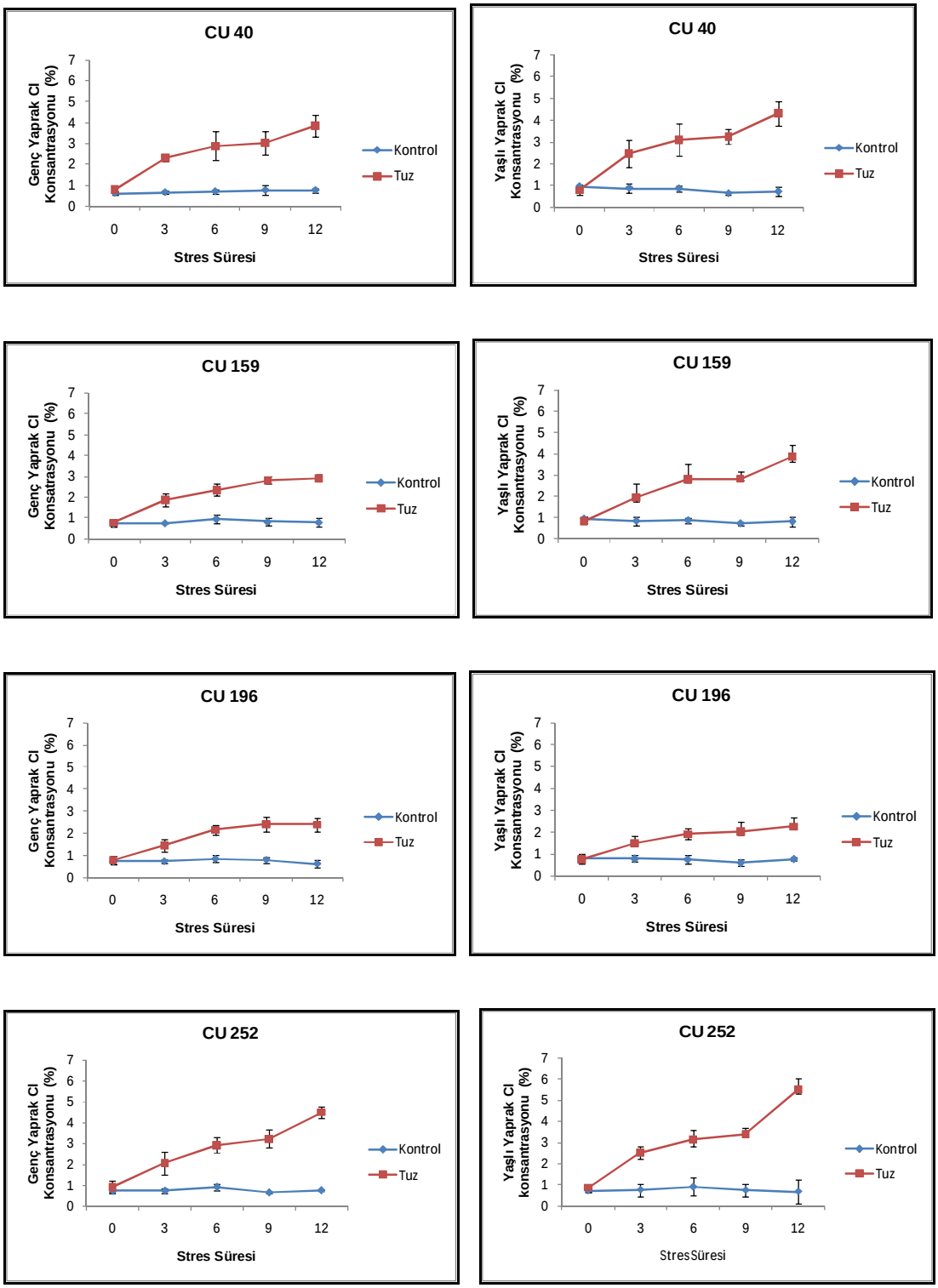
Çizelge 4.77. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında yaşlı yaprak Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman									
	0.Gün		3.Gün		6.Gün		9.Gün		12.Gün	
Genotip	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
CU 40	0.94 jk	0.78 k	0.87 k	2.47 f-h	0.85 k	3.10 de	0.63 k	3.24 de	0.71 k	4.31 b
CU 159	0.93 jk	0.82 k	0.83 k	1.93 g-i	0.86 k	2.79 ef	0.72 k	2.83 d-f	0.81 k	3.86 bc
CU 196	1.05 jk	0.74 k	0.79 k	1.50 ij	0.76 k	1.92 hi	0.61 k	2.03 g-i	0.78 k	2.81ef
CU 252	0.72 k	0.87 k	0.77 k	2.50 fg	0.92 k	3.16 de	0.75 k	3.39 cd	0.68 k	5.48 a
Ort.	1.62									
$LSD_{(\%5)}$	0.58									

Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz
CU 40	0.80 e	2.78 b
CU 159	0.83 e	2.44 c
CU 196	080 e	1.79 d
CU 252	0.76 e	3.08 a
Ort.	1.62	
$LSD_{(\%5)}$	0.26	

Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz
0	0.91 d	0.80 d
3	0.82 d	2.10 c
6	0.85 d	2.74 b
9	0.68 d	2.87 b
12	0.75 d	4.11 a
Ort.	1.62	
$LSD_{(\%5)}$	0.29	

Zaman					
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.86 i	1.67 d-g	1.97 c-e	1.93 c-e	2.51 b
CU 159	0.87 i	1.38 f-h	1.82 de	1.77 d-f	2.33 bc
CU 196	0.90 i	1.15 hi	1.34 gh	1.32 gh	1.79 de
CU 252	0.80 i	1.63 f-g	2.04 c-e	2.07 cd	3.08 a
Ort.	1.62				
$LSD_{(\%5)}$	0.41				



Şekil 4.9. Kavun genotiplerinde genç ve yaşlı yaprak Cl konsantrasyonu (%)0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Tuz ve kontrol uygulamalarında genotiplerin bitki gövdesindeki Cl konsantrasyonları ve meydana gelen değişimler Çizelge 4.78 ve Şekil 4.10 'da verilmiştir. Buna göre en yüksek Cl konsantrasyonu 252 no'lu genotipin tuz uygulamasında (% 2.49) ve 40 no'lu genotipin tuz uygulamasında (% 2.46) belirlenmiştir. En düşük Cl konsantrasyonu ise genotiplerin kontrol uygulamalarında tespit edilmiş olup % 0.76 ile % 0.82 oranında değişim göstermiştir. On iki gün devam eden stres süresince uygulamaların ortalama Cl konsantrasyonları stres süresine bağlı olarak da değişim göstermiştir. En yüksek Cl konsantrasyonu % 2.92 ile tuz uygulamasının 9.gününde tespit edilmiştir. Buna karşılık kontrol uygulamaları ile tuz uygulamasının stres başlangıcında en düşük Cl konsantrasyonları belirlenmiş olup % 0.69 ile % 0.86 düzeyinde gerçekleşmiştir. Genotiplerin Cl iyon birikimi stresin 9. gününden itibaren farklılıklar oluşturmuştur. Dayanıklı olan 159 ve 196 genotipleri bünyelerine daha az oranlarda Cl iyonu alırken, duyarlı 40 ve 252 genotiplerinin bünyesindeki Cl konsantrasyonu belirgin bir biçimde artış göstermiştir (Çizelge 4.78).

Kök Cl konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.79 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Genotiplerin uygulamalar karşısında ortalama Cl konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek Cl konsantrasyonun % 1.70 ile 252 no'lu genotipe ait olduğu buna karşılık en düşük Cl konsantrasyonun ise genotiplerin kontrol uygulamalarında ortaya çıktığı tespit edilmiştir (% 0.67- 0.76). Uygulamaların ortalama Cl konsantrasyonu stres süresine bağlı olarak değişmiştir. Stres süresince en yüksek Cl konsantrasyonu tuz uygulamasının 12.gününde (% 1.94) ve 9. gününde (% 1.80) olarak belirlenirken en düşük Cl konsantrasyonu kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Kök dokularda meydana gelen Cl iyon birikimi incelenen diğer bitki organlarına göre daha düşük düzeyde meydana gelmiştir. Genç yaprak, yaşlı yaprak ve gövde dokularında olduğu gibi Cl konsantrasyonu duyarlı genotiplerde (40 ve 252), dayanıklı genotiplere (159 ve 196) oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizege 4.79).

Çizelge 4.78. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında gövde Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman									
	0.Gün		3.Gün		6.Gün		9.Gün		12.Gün	
Genotip	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
CU 40	0.70	0.85	0.79	2.44	0.96	2.78	0.87	3.08	0.65	3.16
CU 159	0.88	0.79	0.67	2.23	0.93	2.73	0.77	2.95	0.64	2.22
CU 196	0.81	0.55	0.88	2.01	0.77	2.29	0.91	2.42	0.72	2.19
CU 252	0.68	0.58	0.72	2.62	0.72	2.63	0.88	3.24	0.80	3.38
Ort.	1.52									
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.									

Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz
CU 40	0.80 d	2.46 a
CU 159	0.78 d	2.18 b
CU 196	0.82 d	1.89 c
CU 252	0.76 d	2.48 a
Ort.	1.52	
$LSD_{(\%5)}$	0.22	

Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz
0	0.77 d	0.69 d
3	0.76 d	2.32 c
6	0.84 d	2.61 b
9	0.86 d	2.92 a
12	0.70 d	2.74 ab
Ort.	1.52	
$LSD_{(\%5)}$	0.24	

Zaman					
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.78	1.62	1.87	1.98	1.90
CU 159	0.84	1.45	1.83	1.86	1.43
CU 196	0.68	1.44	1.53	1.67	1.46
CU 252	0.63	1.67	1.67	2.06	2.09
Ort.	1.52				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				

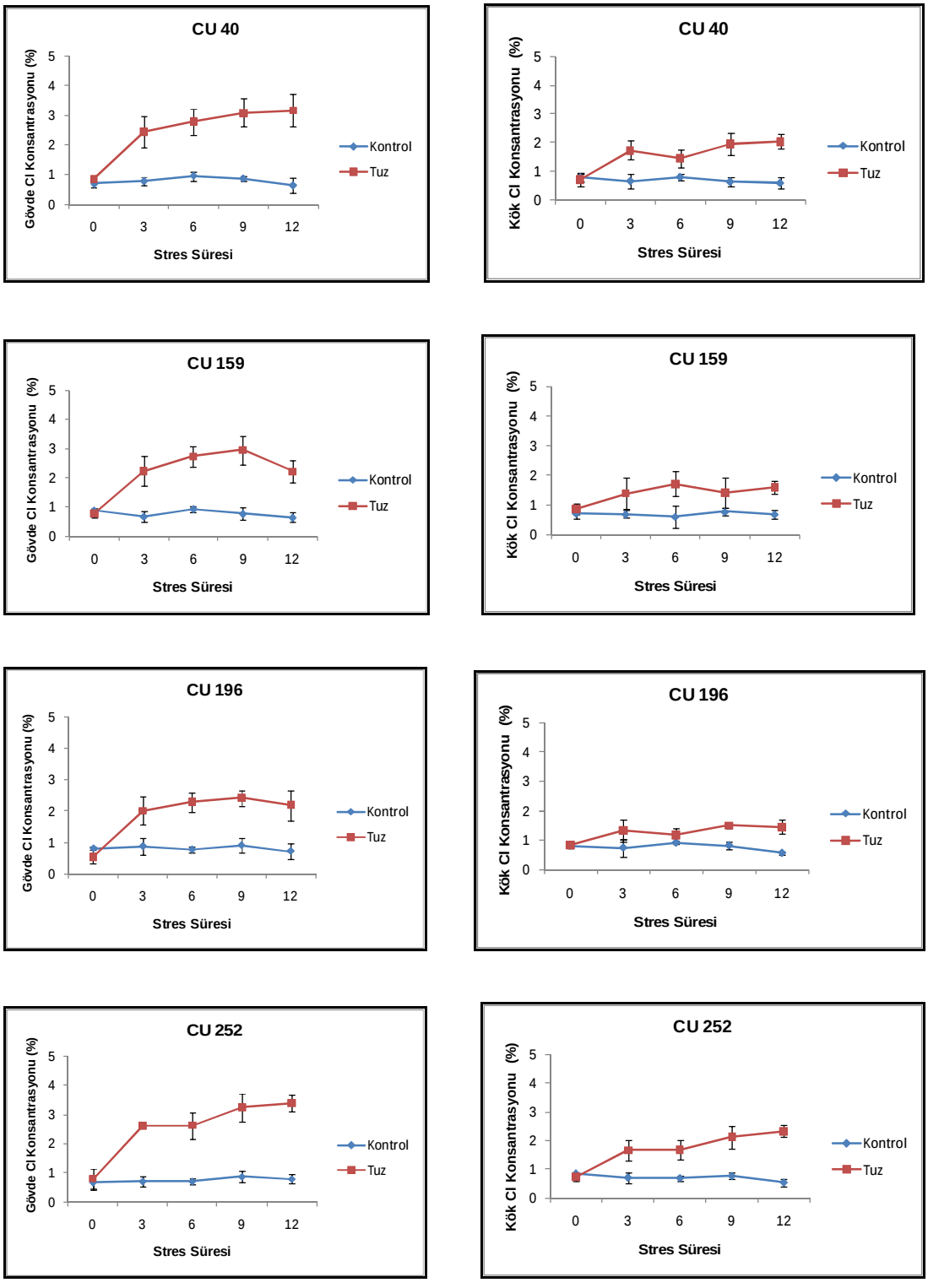
Çizelge 4.79. Kavun genotiplerinin kontrol ve tuz koşullarında kök Cl iyonu konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimi

	Zaman									
	0.Gün		3.Gün		6.Gün		9.Gün		12.Gün	
Genotip	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
CU 40	0.78	0.70	0.65	1.48	0.79	1.61	0.63	1.94	0.58	2.03
CU 159	0.71	0.85	0.68	1.39	0.6	1.55	0.77	1.65	0.68	1.81
CU 196	0.81	0.83	0.74	1.18	0.92	1.44	0.82	1.50	0.56	1.60
CU 252	0.84	0.72	0.7	1.66	0.68	1.67	0.76	2.12	0.53	2.33
Ort.	1.11									
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.									

Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz
CU 40	0.69 d	1.55 ab
CU 159	0.69 d	0.45 bc
CU 196	0.77 d	1.31 c
CU 252	0.70 d	1.70
Ort.	1.11	
$LSD_{(\%5)}$	0.17	

Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz
0	0.78 c	0.77 cd
3	0.69 cd	1.43 b
6	0.75 cd	1.57 b
9	0.74 cd	1.80 a
12	0.59 d	1.94 a
Ort.	1.11	
$LSD_{(\%5)}$	0.19	

Zaman					
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.74	1.07	1.20	1.28	1.30
CU 159	0.77	1.03	1.07	1.21	1.24
CU 196	0.81	0.96	1.18	1.16	1.08
CU 252	0.78	1.18	1.17	1.44	1.43
Ort.	1.11				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				



Şekil 4.10. Kavun genotiplerinde gövde ve kök Cl konsantrasyonu (%) 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Dört farklı genotip ile yapılan çalışmada Cl konsantrasyonun genotiplere göre değişmekle birlikte bitkinin farklı organlarında oluşturduğu Cl iyonu birikimi de farklı olmuştur. Genel olarak yaşlı yapraklarda Cl konsantrasyonu artarken, genç yaprak, gövde ve köklerde daha düşük düzeylerde Cl iyonun bünyeye alındığı belirlenmiştir. Dayanıklı genotiplerde (159 ve 196) klor birikimi, duyarlı genotiplere (40 ve 252) göre açık bir şekilde daha az gerçekleşmiştir. Bitkiler toksik Cl iyon birikmeni Na iyonunda olduğu gibi yaşlı yapraklarda tutarak genç yapraklara Cl iyon iletimini sınırlandırdığı bu şekilde strese karşı direncinin artırmaya çalıştığı tespit edilmiştir. Genotipler içerisinde 159 no'lu genotipin tuza toleransı yüksek olmamasına karşılık bünyesine özellikle yaşlı yapraklarda fazla miktarda Cl iyonu almış ama bir şekilde doku toleransı göstererek toksik iyonun bitkiye zarar vermesini önleyebilmiştir. Buna karşılık 40 ve 252 no'lu genotipler tuz stresi koşullarında Cl iyonunu bünyelerinden uzak tutamadıkları gibi doku toleransı da gösterememiş ve Na iyonu ile birlikte tuz stresinden zarar görmüşleridir. Klor iyonu konsantrasyonu ilerleyen stres süresine bağlı olarak da tüm bitki organlarında değişen oranlarda artış göstermiştir.

Yapılan araştırmalar yüksek tuz konsantrasyonlarının hücrede meydana gelen olumsuzlukların nedenleri başında Na ve Cl iyonlarının yüksek konsantrasyonları ile oluşan iyon toksisitesi olduğunu göstermiştir (Marschner, 1995; Yaşar, 2003; Borsani ve ark., 2003). Grewal (2010) tuz stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilemekte, bunda en önem etkinin Na ve Cl iyon konsantrasyonların toksik birikimi olduğunu ifade etmiştir. Amor ve ark. (2000), domates ve kavunda NaCl uygulamalarının bitki bünyesinde Cl konsantrasyonlarının bitki dokusunda artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Botia ve ark. (2005), kavunda tuz uygulaması sonucu yaprak ve gövde de Cl konsantrasyonunda artış meydana geldiğini; Trajkova ve ar. (2006) ise NaCl uygulaması sonucu hıyar bitkisinde genç ve yaşlı yapraklarda Cl iyon konsantrasyonunda artış meydana geldiği ifade etmişlerdir. Maggio ve ark. (2007) domateste tuz stresi sonucu özellikle yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla daha fazla Cl iyon miktarında artış meydana geldiği saptamışlardır. Patlıcanda yapılan bir araştırma, tuz seviyesindeki artış ile birlikte Cl iyon miktarından artışların görüldüğünü göstermiştir (Ünlükara ve ark., 2008).

4.3.2. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Klorofil Miktarı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık streslerinin bitkilerde klorofil miktarı bakımından etkilerinin araştırıldığı çalışmada elde edilen sonuçlar ve istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 4.80 ve Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

İlerleyen stres süresi kontrol uygulamalarında klorofil miktarında artışın meydana gelmesini sağlarken, tuz ve kontrol uygulamalarında klorofil yapısında bozulmalara ve sonuç olarak klorofil miktarında azalmaya neden olmuştur. Uygulamaların stres süresince ortaya koyduğu değişimler incelendiğinde tuz stresi ve kuraklık koşullarında stresin 6. gününe kadar meydana gelen klorofil miktarındaki artış, bu noktadan itibaren azalma eğilimi göstermiştir. Stresin 12.gününde tuz uygulaması gerçekleştirilen yapraklarda klorofil miktarı 0.178 mg/T.A.; kuraklık stresinde ise 0.188 mg/T.A. olarak belirlenmiştir. Stres süresince uygulamaların ortalama klorofil miktarına göre, en yüksek klorofil miktarı tuz uygulamasının 6.gününde (0.225 mg/T.A) görülürken, en düşük klorofil miktarı 0.174 mg/T.A. düzeyinde kontrol uygulamalarının 0. gün örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.80). Genotiplerin uygulamalar karşısında göstermiş oldukları performanslar incelendiğinde ise en yüksek klorofil miktarının 159 no'lu genotipin tuz (0.220 mg/T.A) ve kuraklık (0.215 mg/T.A) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük klorofil içeriği 252 no'lu genotipin tuz ve kuraklık (0.180 mg/T.A) uygulamalarında saptanmıştır. Genotiplerin kontrol uygulamaları ise aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır.

Genel olarak kavun genotiplerinde klorofil miktarı her iki stres koşulunda da 6.güne kadar artış göstermiş, 9 ve 12.günlerde ise azalma eğilimine girmiştir. Stresin 12. gününde dayanıklı genotiplerin (159 ve 196) klorofil miktarının, duyarlı genotiplere göre (40 ve 252) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.80).

Yüksek tuz konsantrasyonları iyon birikimi ve stomaların kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmektedir (Yaşar, 2003). Özellikle tuz stresi koşullarında bitkilerde görülen klorozlar oksijen radikalleri tarafından klorofilin parçalanması sonu meydana gelmektedir (Özay,

2008). Lutts ve ark. (1996) çeltikte yaptıkları bir çalışmada tuz stresinin klorofil miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Dolatabadian ve ark. (2008) tuz stresi nedeniyle kanola bitkisinde klorofil içeriğinin etkilenerek kontrol bitkilerine oranla kayıpların meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Yaşar ve ark. (2008a) fasulyede farklı tuz konsantrasyonlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında tuz stresinin özellikle hassas olan 4F-89 genotipinde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Tuz stresinin klorofil miktarında meydana getirdiği azalma Yaşar (2003) patlıcanda, Kaya ve ark. (2003) hıyar ve kavunda; Kuşvuran (2004) kavunda yaptıkları çalışmalarda da vurgulanmıştır.

Su stresi ile birlikte klorofil miktarında meydana gelen azalmalar genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluşmaktadır (Yağmur, 2008). Jung (2004) kuraklık stresinin klorofil a ve b içeriğinin özellikle yaşlı yapraklarda azalma gösterdiğini bildirirken, Oliveira Neto ve ark. (2009), kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresi sonucu hasara uğrayarak klorofilin tüm bitki azaldığını ifade etmiştir. Benzer sonuçlar Hu ve Schmidhalter (2005); Türkan ve ark. (2005); Özpay (2008) tarafından da gösterilmektedir. Burada sunulan çalışmada genel olarak klorofil içeriğinin tuz ve kuraklık stresi nedeniyle olumsuz etkilendiği belirlenirken, tuz stresinin kuraklık stresine oranla daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir. Cha-um ve Kirdmanee (2009) tuz stresinin iyon toksisitesi nedeniyle kuraklık stresine göre bitkide daha fazla hücre zararlanması ve pigmentlerdeki bozulmalar nedeniyle hücre ölümüne neden olduğunu ifade etmişler, her iki streste de kontrol uygulamalarına göre toplam klorofil miktarında azalma görüldüğünü ancak bu azalmanın tuz stresinde daha fazla olduğunu bildirmişler; Köşkeroğlu (2006) mısırda yaptığı tuz ve kuraklık çalışmasında ise benzer sonuçları elde etmiştir.

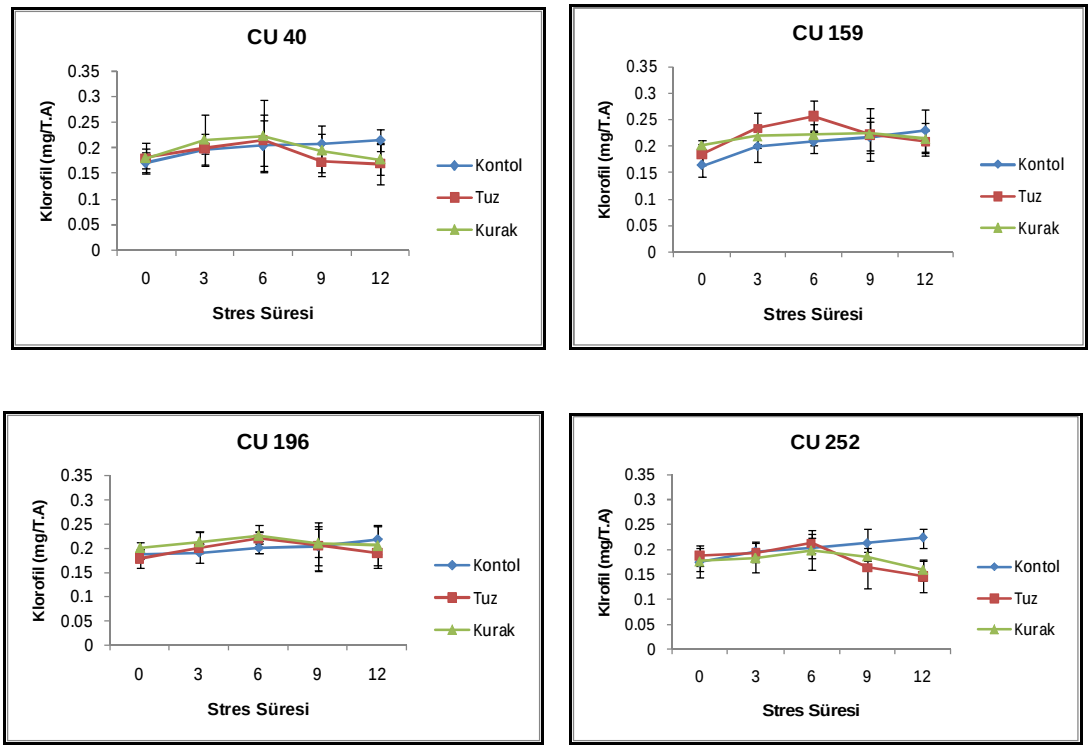
Çizelge 4.80. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında klorofil miktarının (mg/T.A) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.171	0.180	0.178	0.197	0.199	0.215	0.204	0.215	0.221	0.208	0.171	0.194	0.214	0.169	0.176
CU 159	0.163	0.185	0.200	0.199	0.233	0.217	0.207	0.256	0.220	0.215	0.221	0.222	0.229	0.208	0.213
CU 196	0.188	0.179	0.200	0.190	0.199	0.213	0.199	0.218	0.224	0.203	0.205	0.209	0.218	0.189	0.204
CU 252	0.173	0.186	0.175	0.194	0.192	0.182	0.203	0.212	0.197	0.211	0.163	0.186	0.222	0.146	0.159
Ort	0.199														
LSD	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.199 bc	0.187 de	0.197 cd
CU 159	0.203 bc	0.220 a	0.215 a
CU 196	0.199 bc	0.198 cd	0.210 ab
CU 252	0.201 bc	0.180 e	0.180 e
Ort.	0.199		
$LSD_{(\%5)}$	0.01		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.174 i	0.182 g-i	0.188 gh
3	0.195 e-g	0.206 c-e	0.207 c-e
6	0.203 c-e	0.225 a	0.216 a-c
9	0.209 b-d	0.190 f-h	0.203 d-f
12	0.221 ab	0.178 hi	Ort.
Ort.	0.199		
$LSD_{(\%5)}$	0.01		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.176	0.203	0.213	0.191	0.186
CU 159	0.182	0.216	0.228	0.220	0.216
CU 196	0.189	0.201	0.214	0.205	0.204
CU 252	0.178	0.190	0.204	0.187	0.175
Ort	0.199				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				



Şekil 4.11.Kavun genotiplerinde klorofil miktarında (mg/T.A) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.3. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Lipid Peroksidasyonu (MDA) Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Oksidadif stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı olarak hücre zarındaki lipidler peroksidasyona uğramakta ve bunun son ürünü olarak malonialdehid (MDA) ortaya çıkmaktadır. Hücrelerde meydana gelen bu zararlanmanın ortaya konulması amacı ile tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen dayanıklı ve duyarlı kavun genotiplerinde farklı stres sürelerinde alınan yaprak örneklerinde MDA ölçümleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.81 ve Şekil 4.12'de verilmiştir.

Genotiplerin farklı uygulamalar karşısında oluşturduğu tepki ile birlikte stres süresi de MDA değişimi üzerinde etkili olmuştur. Genel olarak ilerleyen stres süresi ile birlikte tuz ve kuraklık stresleri nedeniyle MDA miktarında artış görülmekle birlikte meydana gelen bu artış hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplerde oldukça

belirgin bir şekil almıştır. 12. güne doğru stresler ilerledikçe duyarlı genotiplerde MDA miktarı artışı dayanıklı genotiplere göre oldukça yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Çizelge 4.81'de görülebileceği üzere en yüksek MDA miktarı 33.33 (µ mol/g T.A) ile 252 no'lu genotipin tuz uygulamasının 12.gününde belirlenirken bunu 23.50 (µ mol/g T.A) ile yine 252 no'lu genotipin kuraklık uygulamasının 12. günü izlemiştir. En düşük MDA mikatarı genel olarak kontrol uygulamalarında belirlenirken, 40 no'lu genotipin kontrol uygulamaları 3.67- 4.25 ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır. Çalışmada yer alan uygulamaların tümü stres süresi içerisinde oluşturdukları MDA miktarları karşılaştırıldığında kontrol uygulamalarının en düşük MDA miktarına sahip olduğu, bunu kuraklık stres uygulamasının izlediği belirlenmiştir. Tuz stresi ise bitkileri de en fazla hücre zararlanmasına neden olan uygulama olmuştur. Stresin 12. gününde genotiplerin ortalam MDA miktarları karşılaştırıldığında ise 159 ve 196 no'lu genotiplerin 7.40 ve 7.41 (µ mol/g T.A) ile aynı istatistiksel gruplandırma içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Bunu 12.83 (µ mol/g T.A) ile 40 no'lu genotip izlerken tüm uygulamalar karşısında en fazla zararlanmanın meydana geldiği 252 no'lu genotipte MDA miktarı 21.14 (µ mol/g T.A) olarak tespit edilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu radikaller lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz olarak hasara uğramasına neden olmaktadır. Lipid peroksidasyonu, hücre zarlarında membran bütünlüğünün yok olmasına sebep olmakta ve sonuçta hücre bütünlüğünün bozulması ve ölümü gerçekleşmektedir (Halliwell, 1985; Niki, 1987; Cummins ve ark., 1994; Dolatabadian ve ark., 2008). Demiral ve Türkan (2005) çeltikte yaptıkları tuzluluk çalışmasında artan tuz konsantrasyonu karşısında MDA miktarında artış meydana geldiğini; Azevedo Neto ve ark. (2006), mısırda tuz stresinin özellikle hassas olan BR5011 çeşidinde MDA mikatrının kontrol bitkilerine göre % 24 düzeyinde artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Zhu ve ark. (2008), hıyarda yaptıkları bir çalışmada tuz stresi sonucu bitki yapraklarında MDA miktarının artış gösterdiğini ancak tolerant olan çeşitte bu artışın daha sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Yaşar (2003) patlıcanda, Kuşvuran ve ark. (2007c) kavunda, Wei ve ark. (2009) patlıcanda, Yaşar ve ark. (2008a) fasulyede, Huang ve ark. (2009) hıyarda yaptıkları

çalışmalarda yüksek tuz konsantrasyonu sonucu bitkilerde MDA miktarında artış meydana geldiğini ancak bu artışın tuza duyarlı olan bitkilerde daha yüksek olabileceğini vurgulamışlardır.

Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresinde de ortaya çıkan oksidatif zararlanma hücre zarında lipid peroksidasyonuna yol açmakta ve zar geçirgenliğinin bozularak hücre ölümüne neden olmaktadır. Sairam ve Saxena (2000), buğdayda yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucu lipid peroksidasyonunda artış meydana geldiğini ancak tolerant olan çeşitlerde en düşük lipid peroksidasyonun ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Moussa ve Abdel-Aziz (2008) mısırda PEG solüsyonu ile oluşturdukları kuraklık stresinde genotiplerin MDA düzeylerinin artış gösterdiğini, tolerant olan Giza 2 genotipinde ise MDA birikiminin daha düşük düzeyde görüldüğünü ifade etmişlerdir. Sa´nchez-Rodri´guez ve ark. (2010), domateste kuraklık stresinin MDA miktarında artışa neden olduğunu ifade ederken tolerant olan Zarina çeşidinde MDA mikatarının diğer çeşitlere oranla daha düşük bulunduğu belirtilmiştir. Türkan ve ark. (2005); Valentovic ve ark. (2006) mısırda; El-Tayeb (2006) baklada; Yaşar ve ark. (2008a) fasulyede yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin bitkide MDA miktarında artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

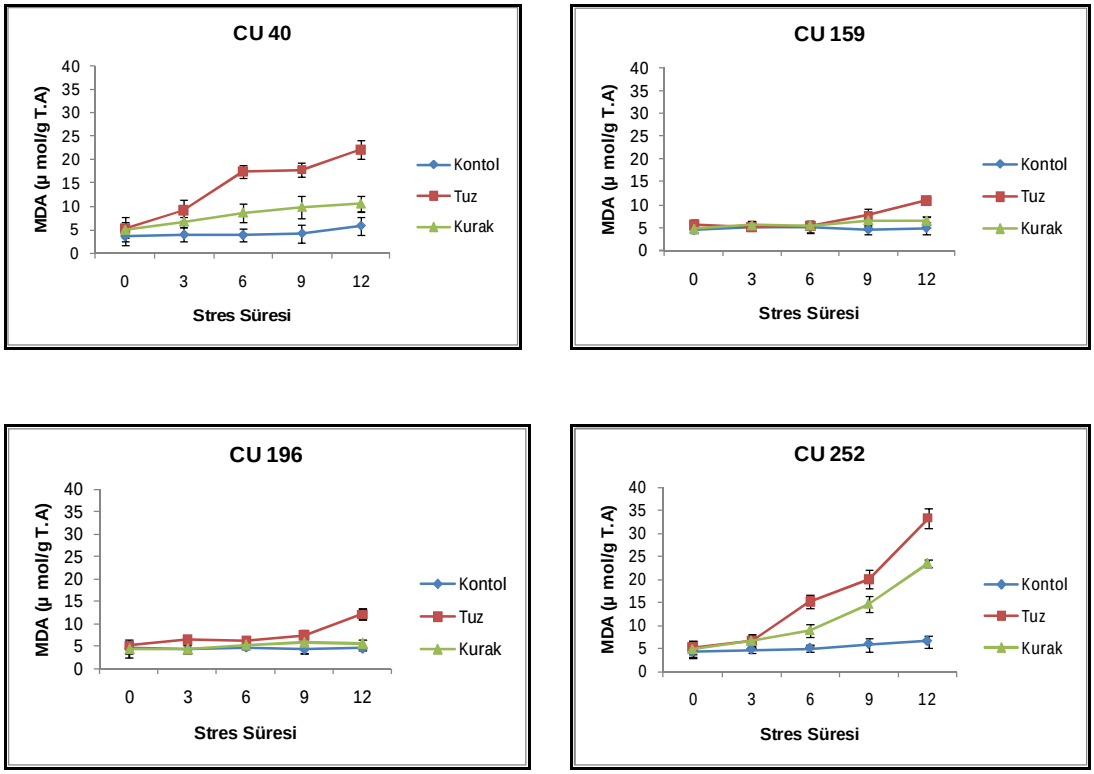
Çizelge 4.81. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında yaprak MDA miktarının (µ mol/g T.A) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	3.67 o	5.29 l-o	4.97 l-o	4.01 o	9.16 h-l	6.67 i-o	3.90 o	17.43 d-e	8.64 h-n	4.25 o	17.83c-e	9.82 h-k	5.83 k-o	22.13 b-c	10.52 g-j
CU 159	4.35 n-o	5.70 k-o	4.71 m-o	5.04 l-o	5.10 l-o	5.54 k-o	5.00 l-o	5.26 l-o	5.47 k-o	4.57 n-o	7.54 i-o	6.60 i-o	4.87 l-o	10.83 g-i	6.53 i-o
CU 196	4.52 n-o	5.14 l-o	4.45 n-o	4.31 n-o	6.42 j-o	4.43 n-o	4.77 m-o	6.31 j-o	5.23 l-o	4.30 n-o	7.34 i-o	5.75 k-o	4.50 n-o	12.09 f-h	5.61 k-o
CU 252	4.25 o	5.37 l-o	4.88 l-o	4.79 m-o	6.70 i-o	6.70 i-o	5.05 l-o	15..21 ef	9.01 h-m	5.92 k-o	20.05bd	14.70 eg	6.58 i-o	33.33 a	23.50 b
Ort	7.88														
$LSD_{(\%5)}$	4.34														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	4.33 f	17.37 a	8.12 c
CU 159	4.77 f	6.89 c-e	5.77 d-f
CU 196	4.48 f	7.46 cd	5.10 ef
CU 252	5.32 ef	16.13 a	11.76 b
Ort	7.88		
$LSD_{(\%5)}$	1.94		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	4.20 g	5.38 e-g	4.75 fg
3	4.54 g	6.84 ef	5.83 e-g
6	4.68 fg	11.05 b-c	7.09 de
9	4.76 fg	13.19 b	9.22 cd
12	5.44 e-g	19.60 a	11.54 b
Ort	7.88		
$LSD_{(\%5)}$	2.50		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	4.64 g	6.62 fg	9.99 d	10.63 cd	12.83 bc
CU 159	4.92 fg	5.22 fg	5.25 fg	6.24 fg	7.41 ef
CU 196	4.70 g	5.06 fg	5.44 fg	5.80 fg	7.40 ef
CU 252	4.83 g	6.06 fg	9.76 de	13.56 b	21.14 a
Ort	7.88				
$LSD_{(\%5)}$	2.17				



Şekil 4.12. Kavun genotiplerinde MDA miktarında (µ mol/g T.A) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.4. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Antioksidan Enzim Aktiviteleri Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

4.3.4.1. Superoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitesi

Tuz ve kuraklık stresi ile kontrol uygulamaları altında kavun genotiplerinin SOD enzim aktivitesi belirlenerek Çizelge 4.82 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

Yaptığımız çalışmada 40, 159 ve 196 no'lu genotiplerin tuz ve kuraklık stresleri karşısında SOD enzim aktivitesinde kontrol uygulamalarına göre artış meydana gelirken, 252 no'lu genotipin stres koşulları altında kontrol uygulamalarına göre azalma meydana gelmiştir. Buna göre en yüksek SOD aktivitesi 196 no'lu genotipin kuraklık uygulamasında (321.57 U/dak/mg T.A) ve 159 no'lu genotipin kuraklık uygulamasında (316.17 U/dak/mg T.A) belirlenmiştir. En düşük SOD

aktivitesi ise genotiplerin kontrol uygulamaları ile 252 no'lu genotipin tuz uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak genotiplerin ilerleyen stres süresine bağlı olarak SOD enzim aktivitesinde artış görülmüş ancak 252 no'lu genotipin özellikle stresin 9.gününden itibaren azalma meydana gelmiştir. Çalışmada yer alan uygulamlar karşılaştırıldığında en düşük SOD aktivitesinin kontrol uygulamlarında yer alan bitkilerde meydana geldiği saptanmıştır. Stresin 12. gününde tuz ve kuraklık uygulamları SOD aktivitesinin artışını en yüksek noktada sağlamış ancak kuraklık stresi koşullarıdan SOD aktivitesinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.61).

Genel olarak SOD enzim aktivitesi dayanıklı genotiplerde (159 ve 196) kurak stresinde 3.günden başlayarak ve tuz stresinde ise 6. günden başlayarak duyarlı genotiplere (40 ve 252) göre artmaya başlamış, 12.günün sonunda % 30-46 düzeyinde bir fark yaratmıştır.

Oksidadif stres sonucu ortaya çıkan aktif oksijen türevlerinden süperoksit radikalinin yok edilmesinden sorumlu olan SOD enzim aktivitesi tuz ve kuraklık uygulamalarında stres süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Karanlık (2001) bitkilerin tuz stresi süresince artan düzeyde O_2^- ürettiğini ve bünyelerinde SOD enzim aktivitesinin artışı ile bu radikallerin yok etmeye çalıştıklarını ifade etmiştir. Aktaş (2002), SOD aktivitesinin tolerant biber genotipinde daha yüksek çıktığını, tolerant genotipin bu şekilde superoksit radikaline karşını kendini daha etkin koruyabildiğini bildirmiştir. Kusvuran ve ark. (2007), tuza tolerant olan kavun genotiplerinde SOD enzim aktivitensin hassas olan genotiplere oranla daha fazla artış gösterdiğini, tolerant olan kavun genotiplerinde antioksidan enzim aktivitelerinin tuza tolerans mekanizmasının çalıştırılmasında oldukça etkin olduğu ifade edilmiştir. Yaşar ve ark. (2008b) karpuzda yaptıkları tuzluluk çalışmasında, tolerant olan Midyat genotipinde SOD enzim aktivitensinde meydana gelen artışın duyarlı olan genotiplere oranla daha fazla olduğu, antioksidan enzim aktivitelerinin tuza toleransta etkili olduğu, tolerant olan genotiplerin bu mekanizmayı duyarlı olanlara göre daha aktif kullandıklarını tespit etmişlerdir. Li (2009) 300 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilen domates bitkilerinde artan oksijen radikallerine paralel olarak SOD enzim aktivitesinde de artış meydana geldiğini; Huang ve ark. (2009)

ise, hıyarda tuz stresinin SOD aktivitesinde artış sağaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Yaşar (2003), Azevedo ve ark. (2006), Zhu ve ark. (2008), Wei ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmalarda dayanıklı genotiplerin SOD aktivitelerinin duyarlı olanlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişleridir.

Kuraklık stresi sonucu çalışmamızda yer alan kavun genotiplerinde SOD enzim aktivitesinde artış meydana gelmiş, bu artış tolerant olan 159 ve 196 no'lu genotiplerde belirgin şekilde ön plan çıkmıştır. Türkan ve ark. (2005), fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türlerinde kuraklık stresi sonucu SOD enzim aktivitesinde artış meydana geldiğini, bu artışın tolerant olan tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türünde ise daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yong ve ark. (2006), kuraklık stresi sonucu SOD enzim aktivitesinde artış meydana geldiğini ancak ilerleyen stres sonucu enzim aktivitesinde azalma meydana gelebileceğini bildirmiştir. Moussa ve Abdel-Aziz (2008) mısır çeşitlerinde kuraklık stresi ile birlikte SOD aktivitesinde artış meydana geldiğini, bu artışın tolerant olan Giza 2 çeşitlerinde daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Basu ve ark. (2010) ise piritçe kuraklık stresi sonucu hassas olan IR-29 çeşidinde SOD aktivitesinde azalmaya yol açarken, tolerant olan Pokkoli çeşidinde kontrol bitkilerine göre bir değişimin meydana gelmediğini bildirmiştir. Reddy ve ark. (2004), Liu ve ark. (2009), Ahmedi ve ark. (2010) yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi ile birlikte bitkilerde SOD enzim aktivitesinin artış gösterdiğini tolerant olan bitkilerde ise bu artışın daha belirgin olduğunu ifade etmişlerdir.

Yu ve Rengel (1999) tuz ve kuraklık stresleri sonucu SOD enzim formlarında artış meydana geldiğini, bu artışık kuraklık stresinde daha fazla olduğunu bildirmiştir.

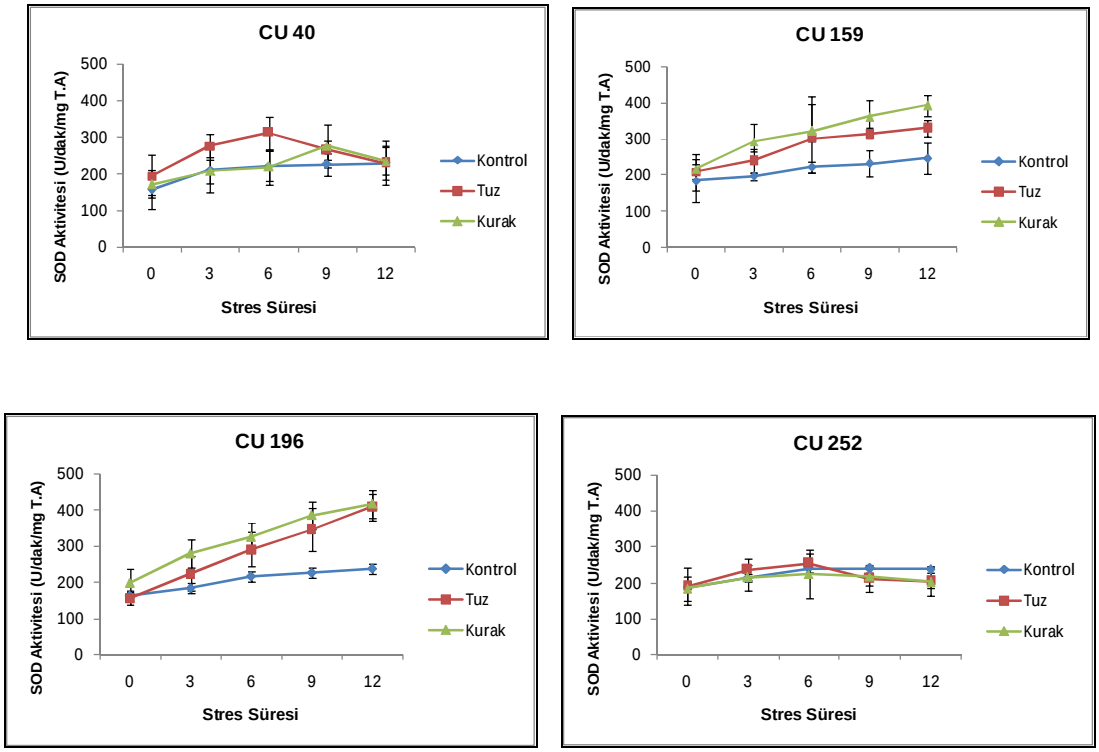
Çizelge 4.82. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında SOD enzim aktivitesinin (U/dak/mg T.A) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	157.83	194.00	171.68	210.99	276.28	207.36	220.91	311.43	218.63	225.22	264.77	276.16	230.17	230.30	235.09
CU 159	184.59	208.47	215.85	195.80	238.87	292.16	222.42	300.11	320.46	231.33	311.95	360.49	246.87	329.38	391.87
CU 196	162.88	182.75	198.69	156.85	224.21	280.47	215.51	290.65	325.80	225.88	346.60	385.86	236.87	408.96	417.00
CU 252	186.43	189.81	184.16	213.80	236.63	214.26	238.61	254.16	223.61	239.12	210.99	216.87	237.01	203.84	201.66
Ort	246.52														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	209.02 d	255.36 b-d	221.79 d
CU 159	216.20 d	277.75 a-c	316.17 a
CU 196	204.78 d	285.45 ab	321.57 a
CU 252	222.99 cd	219.08 d	208.11 d
Ort	246.52		
$LSD_{(\%5)}$	55.61		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	172.93	187.28	192.60
3	200.83	244.00	248.56
6	224.36	289.09	272.13
9	230.39	283.58	309.85
12	237.73	293.12	311.40
Ort	246.52		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	174.50	231.54	250.32	255.38	231.85
CU 159	202.97	242.28	281.00	301.26	322.71
CU 196	172.81	229.15	277.32	319.45	354.28
CU 252	186.80	221.56	238.79	222.33	214.17
Ort	246.52				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D				



Şekil 4.13. Kavun genotiplerinde SOD enzim aktivitesinde (U/dak/mg T.A) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.4.2. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesi

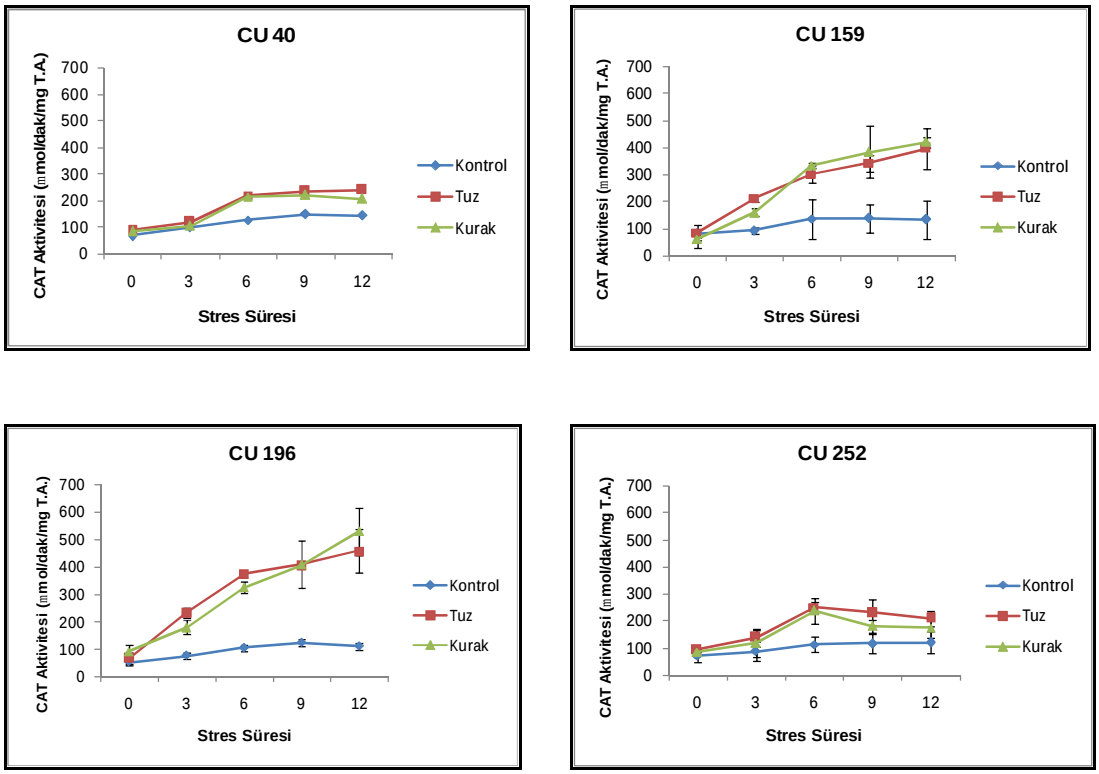
Tuz ve kuraklık uygulamaları karşısında genotiplerin stres süresince CAT enzim aktivitesi bakımından ortaya koydukları değişimler incelenerek Çizelge 4.83 ve Şekil 4.14'de verilmiştir. Geneotiplerin genel olarak oksidadif stres karşısında CAT enzim aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. Tuz ve kuraklık streslerinin her ikisinde de CAT enzim aktivitesinin dayanıklı genotiplerde stresin 3. gününden başlayarak artan oranlarda yükseldiği görülmektedir. Stresler ilerledikçe, özellikle 9. ve 12. günlerde dayanıklı ve duyarlı genotpler arasındaki CAT aktivite farkları açılmıştır (Çizelge 4.83). En yüksek CAT aktivitesi 196 no'lu genotipin kuraklık uygulamasında stresin 12. gününde belirlenmiş olup (529.8 μmol/dak/mg T.A.) bunu aynı genotipin tuz uygulaması (458.1 μmol/dak/mg T.A.) izlemiştir. En düşük CAT enzim aktivitesi ise 196 no'lu genotipin stres başlangıcında kontrol uygulamasında saptanmıştır. Genotiplerin uygulamalar karşısında gösterdikleri tepkiler incelendiğinde en yükse CAT aktivitesi 196 no'lu genotipin tuz (307.87 μmol/dak/mg T.A) ve kuraklık (307.44 μmol/dak/mg T.A) uygulamalarında belirlenirken; en düşük CAT aktivitesi genotiplerin kontrol uygulamlarında görülmüştür. Stres süresi genotiplerin CAT aktivitelerini de etkilermiştir. Buna göre en yüksek CAT aktivitesi 196 no'lu genotipte stresin 12.gününde 366.27 μmol/dak/mg T.A olarak saptanırken, yine en düşük CAt aktivitesi genotiplerin stres başlangıcında tespit edilmiş olup 71.10-83.47 μmol/dak/mg T.A düzeyinde kalmıştır. Stres süresine bağlı olarak uygulamaların CAT aktivitesi bakımından karşılaştırıldığında genel olarak tuz ve kuraklık uygulamalarının birbirine yakın değerler oluşturduğu ancak kontrol uygulamasında CAT aktivitesinin düşük olduğu görülmüştür. Kurak ve tuz uygulamalarında en yüksek CAT aktivitesi stresin 12. gününde (333.27 ve 326.11 μmol/dak/mg T.A) belirlenmiş, en düşük enzim aktivitesi ise kontrol uygulamasında stres başlangıcında 68.96 μmol/dak/mg T.A olarak tespit edilmiştir.

Katalaz enzimi, oksidatif stres sonucu oluşan hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türevlerinin suya ve moleküler oksijene dönüşerek yok edilmesinde görevli

bir enzim olarak rol almaktadır (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998). Kuşvuran (2004) kavunda, enzim aktivitelerinin tuza tolerans olan genotiplerde daha yüksek bulunduğunu özellikle katalaz enzim aktivitesinin tuza toleransın belirlenmesinde etkin bir parametre olabileceğini bildirmiştir. Demiral ve Türkan (2005) pirinçte yaptıkları bir çalışmada, tuz stresinin CAT enzim aktivitesinde artış meydana getrdiğini bildirmiştir. Koca (2007) susamda yaptığı bir çalışmada, tuz stresinin CAT enzim aktivitesini kontrol bitkilerine oranla artırdığını, ilerleyen stres süresinin ise bu artışa destek verdiğini ifade etmiştir. Dolatabadian ve ark. (2008) kanolada, 200 mM NaCl yugulaması karşısında bitki yaprak ve köklerinde katalaz aktivitesinin yükseldiğini ifade etmişlerdir. Huang ve ark. (2009) 100 mM NaCl uyguladıkları hıyar birkisinde tuz stresine bağlı olarak CAT enzim aktivitesinde artış meydana geldiğini ifade ederken, Lechno ve ar. (1997) hıyarda, Yaşar ve ark. (2008a,b) fasulye ve karpuzda, yaptıkları çalışmalarda CAT enzim aktivitesinin tuz stresi karşısında artış gösterdiğini bu artışın tolerant olan bitkilerde ön plana çıktığını ifade etmişlerdir. Azevedo Neto ve ark. (2006) ise mısırda yaptıkları tuzluluk çalışmasında CAT enzim aktivitesinde meydana gelen değişim önemli bulunmamışır.

Yaptığımız bu tez çalışmasında kuraklık stresinin genotiplerin CAT enzim aktivitesinde artış meydana getiridiği ve ilerleyen stres süresininde bu artışa özellikle tolerant genotiplerde ivme kazandırdığı belirlenmiştir. Jung ve ark. (2004), Arabidopsis bitkilerinde kuraklık stresi sonucu, genç yapraklarda CAT aktivitesinin azalma gösterirken, yaşlı yapraklarda % 33 düzeyinde arttığı ifade edilmiştir. Türkan ve ark. (2005), kuraklık stresinin bitkide biyokimyasal değişimleri beraberinde getirdiğini ifade ederken, fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) türelerininde kuraklık stresi ile birlikte Cat aktivitesinin artış gösterdiğini saptamışlardır. Moussa ve Abdel-Aziz (2008), mısırda yaptıkları kuraklık çalışmasında tolerant olan Giza 2 çeşidinde katalaz enzim aktivitesinin, hassas olan çşide göre daha yüksek olduğunu bildirmişleridr. Reedy ve ark. (2004) dut meyvesinde; Yong ve ark. (2006) geven (*Radix astragalia*) türünde; Sanchez-Rodriguez ve ark. (2010) domateste yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin CAT enzim aktivitesinde artışa neden olduğuınu bildirmişlerid. Araştırıcılarınm ortaya

koymuş oldukları sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile de paralellik göstermiştir.



Şekil 4.14. Kavun genotiplerinde CAT enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

Çizelge 4.83. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında CAT enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	68.0 s-u	87.1 r-u	86.3 r-u	101.3 p-u	119.8 p-u	105.6 p-u	126.9 n-u	219.4 g-l	214.6 h-m	149.1 j-s	235.0 g-i	220.4 g-k	144.8 k-t	241.1 g-i	207.7 h-o
CU 159	82.3 r-u	85.7 r-u	61.5 tu	93.2 q-u	211.5 h-m	159.2 i-r	136.5-u	300.9 e-g	334.5 de	137.8 k-t	343.8 c-e	384.1 b-e	133.4 m-u	396.4 b-d	420.3 bc
CU 196	53.6 u	67.0 s-u	92.8 q-u	76.8 r-u	233.0 g-j	179.9 h-p	101.5 p-u	373.6 c-d	325.9 d-f	123.9 o-u	407.6 b-d	408.8 b-d	110.8 p-u	458.1 ab	529.9 a
CU 252	72.0 s-u	93.2 q-u	84.6 r-u	88.2 r-u	138.5 k-t	118.0 p-u	114.2 p-u	249.9 f-h	236.4 g-i	117.1 p-u	230.4 g-j	181.0 h-p	119.7 p-u	208.8 h-n	175.2 h-q
Ort	189.65														
$LSD_{(\%5)}$	83.84														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	118.02 d	180.49 c	166.92 c
CU 159	116.66 d	267.67 b	271.92 ab
CU 196	93.33 d	307.87 a	307.44 a
CU 252	102.22 d	184.15 c	159.08 c
Ort	189.65		
$LSD_{(\%5)}$	37.50		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	68.96 h	83.24 gh	81.31 gh
3	89.87 f-h	175.70 d	140.69 de
6	119.76 e-g	285.97 bc	277.83 c
9	132.00 e	304.21 a-c	298.59 a-c
12	127.18 ef	326.11 ab	333.27 a
Ort	189.65		
$LSD_{(\%5)}$	41.93		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	80.47 h	108.88 gh	186.98 e	201.53 e	197.87 e
CU 159	76.50 h	154.66 e-g	257.30 d	288.57 b-d	316.72 b
CU 196	71.10 h	163.25 ef	267.00 cd	313.45 bc	366.27 a
CU 252	83.27 h	114.89 f-h	200.18 e	176.19 e	167.89 e
Ort	189.65				
$LSD_{(\%5)}$	37.50				

4.3.4.3. Glutatyon redüktaz (GR) Enzim Aktivitesi

Dört farklı genotip ile yapılan ayrıntılı fizyolojik çalışmalar kapsamında kontol, tuz ve kuraklık uygulamalarının stres süresince oluşturduğu değişimler incelenerek Çizelge 4.84 ve Şekil 4.15'de verilmiştir. GR enzim aktiviteleri bakımından dayanıklı genotiplerde (159 ve 196) strslerin her ikisinde de 3.günden başlayarak artış görülmüştür. Giderek artan GR aktivitesi dayanıklı genotiplerde 9. ve 12. günlerde duyarlı genotiplere (40 ve 252) göre arayı açmıştır. Çizelge 4.84'de görüleceği üzere kurak stresinde kavun genotiplerinin tuz stresinden daha yüksek oranlarda GR aktivitesi sergilediği belirlenmiştir. İlerleyen stres süresince tuz ve kontrol uygulamalarında GR enzim aktivitesi kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. En yüksek GR aktivitesi 196 no'lu genotipin kuraklık uygulamasının 12.gününde 7.47μmol/dak/mg T.A. olarak belirlenirken bunu yine 196 no'lu genotipin tuz uygulamasında stresin 12.gününde (6.31 μmol/dak/mg T.A.) tespit edilmiştir. En düşük enzim aktivitesi genel olarak kontrol bitkileri ile tuz ve kurak uygulamalarında stres başlangıcında görülmüştür. Buna göre en düşük GR aktivitesi 0.60 μmol/dak/mg T.A. ile 252 no'lu genotipin stres başlangıcında kontrol uygumasında saptanmıştır. Geneotiplerin uygulamalar karşısında göstermiş oldukları tepkilerde farklı olmuştur. Çizelge 4.84 incelendiğinde 196 no'lu genotipin kurak ve tuz uygulamaları en yüksek GR aktivitesşne sahip olduğu, bunu 159 no'lu genotipin kurak ve tuz uygulamalarının izlediği görülmektedir. Genotiplerin stres süresince GR enzim aktivitesi stres süresi ile doğru orantılı olarak değişim göstermiştir. İerleyen stres süresi enzim aktivitesinde de artış olarak kendini göstermekle birlikte genotiplerin kendi uygulamalarının ortalamasına göre değerlendirildiğinde dört genotipin de en yüksek GR değerlerinin stresin 12. gününde oluşturdukları gözlenmiştir. On iki gün devam eden stres süresi bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında ise kontrol uygulamalarının en düşük GR enzim aktivitesine sahip olmasına karşın tuz ve kuraklık uygulamalarının genel olarak biribirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Bitkiler tuz ve kuraklığın oluşturduğu oksidadif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerden korunabilmek için antioksidadif enzimlere sahiptir. GR enzimatik

antioksidan savunmaları içerisinde yer alıp kloroplastlardaki ve mitokondrideki H_2O_2'nin temizlenmesinde etkilidir. Lechno ve ark. (1997) hıyarda yaptıkları tuzluluk çalışmasında tuz uygulaması ile birlikte GR aktivitesininde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Mısır bitkisinde yapılan bir çalışmada tuz stresinin bitkilerde GR enzim aktivitesinde kontrol bitkilerine göre artışlar meydana geldiği bildirlirken (Azevedo Neto ve ar., 2006); Yaşar ve ark. (2008b), karpuzda yaptıkları bir çalışmada tuza tolerant olan genotiplerde GR aktivitesinin hassas olanlara göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Wei ve ark. (2009) tarafından patlıcanda yapılan bir tuz çalışmasında GR aktivitesinin tuz stresi ile birlikte artış gösterdiği, kontrol bitkilerine göre % 511.6 düzeyinde bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Soya fasulyesinde kuraklık stresinin GR enzim aktivitesinde meydana getirdiği değişimlerin incelendiği bir çalışmada tolerant olan bitkilerde GR enzim aktivitesinde artışın belirgin bir biçimde ortaya çıktığı bildirlmiştir (Riekert Van Heerden ve Krüger, 2002). Kalefetoğlu (2006), nohutta yapıtğı kuraklık çalışmasında GR aktivitesinin ilerleyen stres süresine paralel olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Sanchez- Rodriguez ve ark. (2010), domateste yaptıkları bir çalışmada stres nedeniyle GR aktivitesinde artış meydana geldiğini, ancak tolerant olan genotiplerde bu artışın belirginleştiğini bildirmişlerdir.

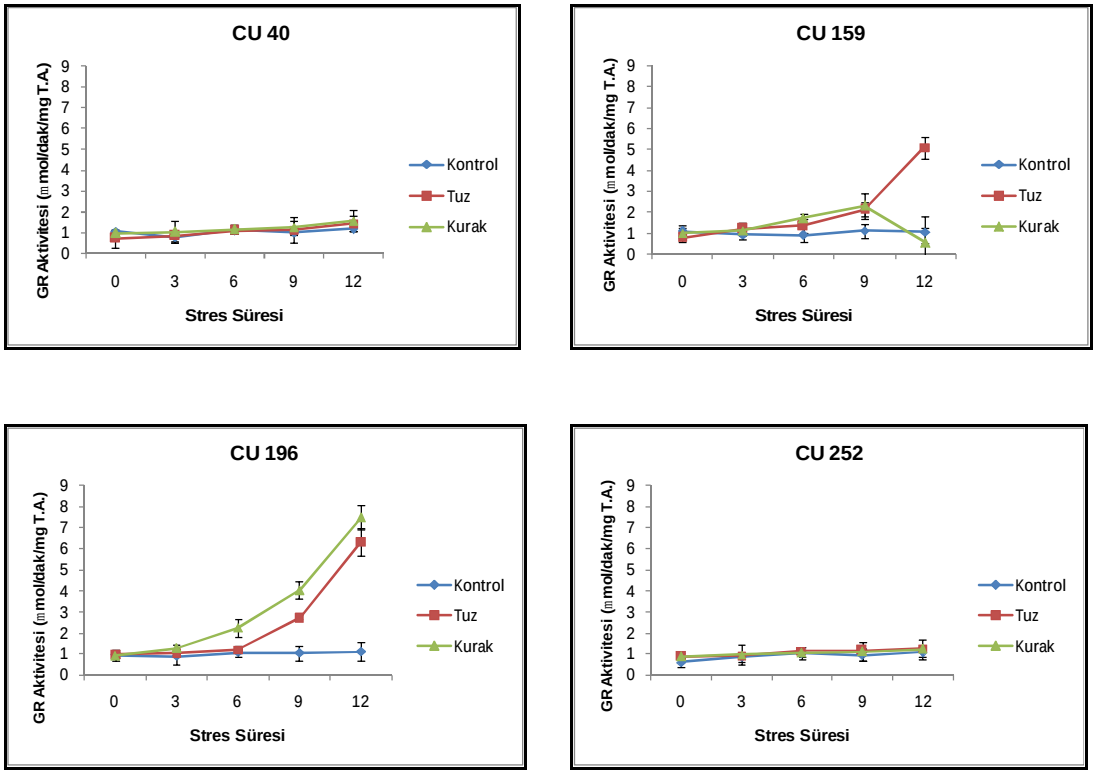
Çizelge 4.84. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında GR enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.07 h-k	0.77 jk	0.96 h-k	0.71 jk	0.82 i-k	1.03 h-k	1.10 h-k	1.08 h-k	1.16 h-k	1.00 h-k	1.12 h-k	1.25 h-k	1.16 h-k	1.42 g-j	1.57 f-i
CU 159	1.08 h-k	0.77 jk	0.99 h-k	0.92 i-k	1.19 h-k	1.11 h-k	0.89i-k	1.34 h-k	1.70 fh	1.11 h-k	2.12 e-g	2.29 ef	1.05 h-k	5.07 c	5.60 bc
CU 196	0.95 h-k	1.00 h-k	0.92 i-k	0.88 i-k	1.06 h-k	1.28 h-k	1.08 h-k	1.21 h-k	2.23 ef	1.04 h-k	2.72 e	4.01 d	1.11 h-k	6.31 b	7.47 a
CU 252	0.60 k	0.87 i-k	0.89 i-k	0.85 i-k	0.91 i-k	0.98 h-k	1.03 h-k	1.16 h-k	1.05 h-k	0.93 i-k	1.18 h-k	1.11 h-k	1.08 h-k	1.28 h-k	1.22 h-k
Ort	1.53														
$LSD_{(\%5)}$	0.75														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.02 d	1.03 d	1.19 d
CU 159	1.01 d	2.10 c	2.34 bc
CU 196	1.01 d	2.46 b	3.18 a
CU 252	0.90 d	1.08 d	1.05 d
Ort	1.53		
$LSD_{(\%5)}$	0.33		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.93 f	0.86 f	0.93 f
3	0.84 f	1.00 f	1.10 f
6	1.02 f	1.20 ef	1.53 de
9	1.02 f	1.79 cd	2.16 c
12	1.10 f	3.52 b	3.96 a
Ort	1.53		
$LSD_{(\%5)}$	0.37		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.92 gh	0.87 h	1.11 e-h	1.12 e-h	1.38 ef
CU 159	0.95 gh	1.07 e-h	1.31 eg	1.84 d	3.96 b
CU 196	0.95 f-h	1.07 e-h	1.51 de	2.59 c	4.96 a
CU 252	0.79 h	0.91 gh	1.08 e-h	1.07 e-h	1.19 e-h
Ort	1.53				
$LSD_{(\%5)}$	0.44				



Şekil 4.15. Kavun genotiplerinde GR enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.4.4. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitesi

Dört farklı genotip ile yapılan fizyolojik çalışmalar kapsamında bitkilerin kontrol, tuz ve kuraklık uygulamaları karşısında askorbat perksidaz enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler incelenerek Çizelge 4.85 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.

Yaptığımız bu çalışmada dayanıklı olarak önceki çalışmalar ile belirlenen 159 ve 196 no'lu genotiplerin tuz ve kuraklık uygulamlarında APX enzim aktivitesinin 6. günden itibaren arttığı görülmüştür. Buna karşılık hassas olan 40 no'lu genotipte tuz stresi koşullarında APX aktivitesi artarken kuraklık stresinde kontrol bitkilerine göre azalma görülmüştür. 252 no'lu genotipte ise tüm stres süresi içerisinde APX enzim aktivitesi bakımından kayıplar söz konusu olmuştur. Buna göre en yüksek APX

aktivitesi 196 no'lu genotipin kuraklık uygulamasında (30.68 µmol/dak/mg T.A.) belirlenirken, en düşük aktivite 159 no'lu genotipin kontrol uygulamalarında (9.14 µmol/dak/mg T.A.) tespit edilmiştir. Genotiplerin tüm stres süresi içerinde ortalama APX enzim aktiviteleri değerlendirilerek Çizelge 4.85'de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek APX aktivitesi 196 no'lu genotipte stresin 12.gününde 35.94 µmol/dak/mg T.A. olarak belirlenirken, en düşük aktivite 252 no'lu genotipin stres başlangıcında 7.64 µmol/dak/mg T.A. düzeyinde tespit edilmiştir. Uygulamaların 12 gün devam eden stres süresince oluşturdukları ortalama APX enzim aktivitesinde farklılıklar ortaya koymuştur. Uygulamaların stres süreince ortalama APX aktivitesi en yüksek kuraklık uygulamasının 12. gününde (29.01 µmol/dak/mg T.A.) tespit edilirken en düşük APX değeri kontrol uygulamalarında ve kuraklık uygulamasının stres başlangıcında tespit edilmiştir (8.87 -10.89 µmol/dak/mg T.A.).

Genel olarak APX aktivitesi bakımından tuz ve kuraklık stresinde genotiplerin tepkileri karşılaştırıldığında bu deneme koşullarında, kuraklık stresinde tuz stresine göre APX aktivitesinin daha yüksek seyrettiği görülmüştür (Çizelge 4.85).

Tuz ve kuraklık stresi gibi oksidatif stres koşullarında enzimatik savunma mekanizmaları içerisinde yer alan askorbat peroksidaz enzimi genellikle hidrojen peroksitin suya indirgenerek kloroplastlar ve mitokondriden temizlenmesinde etkili olmaktadır (Scandalios, 1997; Shalata ve ark., 2001). Demiral ve Türkan (2005) farklı tuz konsantrasyonlarında oluşturdukları stres koşullarında tolerant olan çeltik çeşidinde APX enzim aktivitesinin artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Azevedo Neto ve ark. (2006), mısırda tuza tolerant ve hassas olan her iki mısır çeşidinde de tuz stresi koşullarında APX aktivitesinde artış görüldüğünü ifade etmişlerdir. Yaşar ve ark. (2006a), kavunda yaptıkları bir çalışmada tuz stresi ile birlikte kavun APX enzim aktivitesinin artış gösterdiğini ifade ederken, tuza tolerant olan genotiplerde bu artışın hassas olan genotiplere oranla çok daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Wei ve ark. (2009) ise patlıcanda yaptıkları bir tuz çalışmasında APX enzim aktivitesinin aşılı ve aşısız patlıcan çeşitlerinde artış gösterdiğini, ancak bu artışın özellikle aşılı olan bitkilerde dikkat çekici olduğunu belirlemişlerdir. Karanlık (2001) buğdayda, Yaşar (2003) patlıcanda, Yaşar ve ark. (2008a) fasulyede, Dolatabadian ve ark.

(2008) kanolada, Sanchez - Rodriguez ve ark. (2010) domateste yaptıkları çalışmalarda burada sunulan sonuçları desteklemektedir.

Dört adet kavun genotipi ile gerçekleştirilen bu çalışmada, kuraklık stresi genotiplerin APX enzim aktivitesinde artışa neden olmuştur. Özellikle 159 ve 196 nlu tolerant olan genotiplerde bu artışın dah yüksek olduğu belirlenmiştir. Riekert Van Heerden ve Krüger (2002) soya fasulyesinde yaptıkları bir çalışmada, stresin 3. gününde herhangi bir değişim görülmezken, 6.günden itibaren APX aktivitesinde artış belirlenmiştir, hassas olan çeşitte ise 3. günden itibaren herhangi bir değişim belirlenememiştir. Nikoleva ve ark. (2010) buğdayda yaptıkları kuraklık çalışmasında APX aktivitesinin stresin 3 ve 5. gününde artış gösterdiğini, stresin 7. gününde ise MDA miktarında meydana gelen artışa paralel olarak azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Reddy ve ark. (2004) dut meyvesinde, Sharma ve Dubey (2004) çeltikte, Liu ve ark. (2009) hıyarda yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi sonucu APX aktivitesinde artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgular araştırıcıların sonuçları ile de desteklenmektedir.

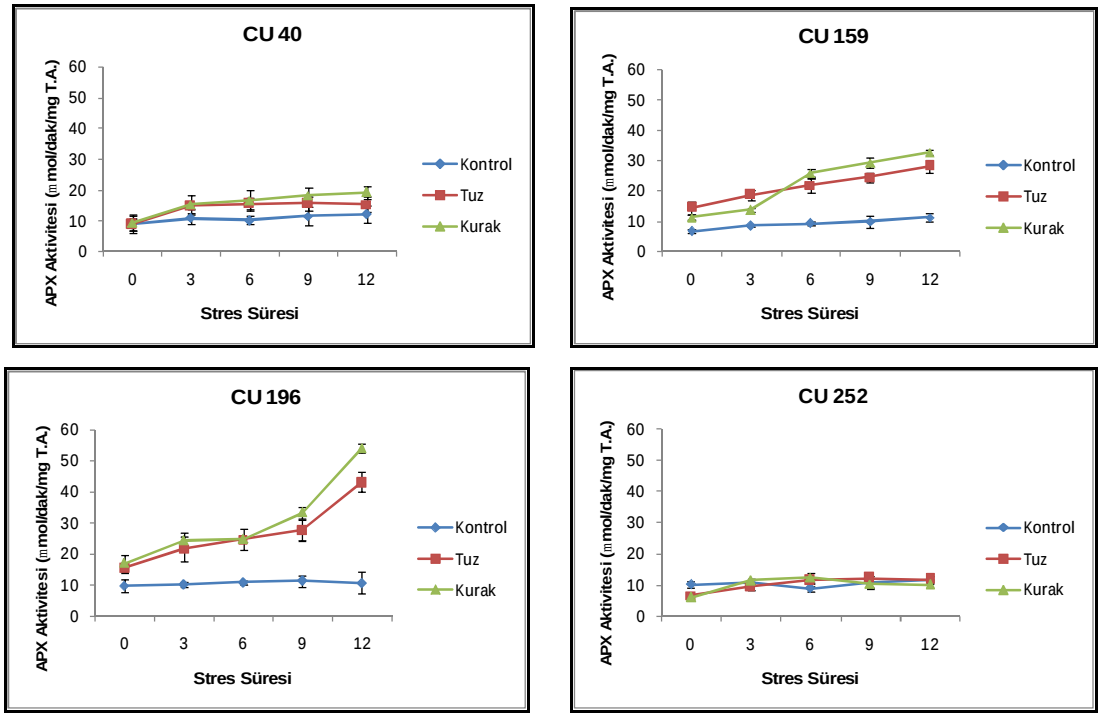
Çizelge 4.85. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık uygulamalarında APX enzim aktivitesinin (µmol/dak/mg T.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	8.80	8.83	9.33	10.71	14.72	15.21	10.14	15.42	16.57	11.57	15.57	18.28	12.12	15.23	19.15
CU 159	6.77	14.35	11.21	8.57	18.57	13.71	9.28	21.85	25.79	9.85	24.50	29.23	11.26	28.19	32.61
CU 196	9.69	15.42	17.00	10.14	21.57	24.28	10.71	24.57	24.71	11.28	27.61	33.39	10.57	43.21	54.04
CU 252	10.23	6.61	6.00	10.82	9.57	11.57	8.85	11.57	12.42	10.85	12.14	10.42	11.69	11.76	10.25
Ort	16.01														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	10.67 ef	13.95 de	9.14 f
CU 159	15.71 d	21.49 c	22.51 bc
CU 196	10.48 ef	26.48 ab	30.68 a
CU 252	10.49 ef	10.35 ef	10.13 ef
Ort	16.01		
$LSD_{(\%5)}$	4.39		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	8.87 f	11.33 ef	10.88 f
3	10.06 f	16.11 de	16.19 de
6	9.75 f	18.35 c-d	19.87 b-d
9	10.89 f	19.95 b-d	22.83 bc
12	11.45 ef	24.60 ab	29.01 a
Ort	16.01		
$LSD_{(\%5)}$	4.91		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	8.99 fg	13.55 d-f	15.04 d-f	15.14 cd	15.50 cd
CU 159	10.78 e-g	13.61 d-f	18.98 b-d	21.19 b	24.02 b
CU 196	14.03 d-f	18.66 b-d	20.00 bc	24.09 b	35.94 a
CU 252	7.64 g	10.65 e-g	10.95 e-g	11.14 e-g	11.23 e-g
Ort	16.01				
$LSD_{(\%5)}$	5.67				



Şekil 4.16.Kavun genotiplerinde APX enzim aktivitesinde (µmol/dak/mg T.A.) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.5. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Antioksidanlar Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresi gibi oksidatif stres koşulları altında bitkinin tolerans derecesinin artırılmasında etkili olan bir diğer unsurda antioksaidanlar olup bitki bünyesinde yeterli düzeyde bulunması halinde bitkinin strese karşı dayanımı da artmaktadır.

4.3.5.1. Vitamin C (Askorbik Asit) Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık uygulamaları karşısında bitki bünyesinde meydana gelen Vitamin C değişimleri incelenerek Çizelge 4.86 ve Şekil 4.17'de verilmiştir.

Vitamin C miktarı genel olarak stres koşullarında artış göstermiştir. Uygulamalar içerisinde en yüksek Vitamin C miktarı kuraklık uygulamasında 1.69 mg/g T.A. olarak belirlenirken, tuz uygulamsı da 1.67 mg/g T.A. değeri ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Kuraklık uygulaması ise 1.15 mg/g T.A. değeri ile en düşük Vitamin C miktarını oluşturmuştur. Stres süresi de Vitamin C miktarında değişime yol açmıştır. Genel olarak stres başlangıcından itibaren artış göstermiş, stresin 9.gününden itibaren ise azalma eğilimine geçmiştir. Buna göre en yüksek Vitamin C miktarı stresin 9. gününde 3.34 mg/g T.A olarak belirlenirken; en düşük Vitamin C miktarı stres başlangıcında 0.48 mg/g T.A olarak saptanmıştır.

Yaptığımız bu çalışmada Vitamin C miktarının stres koşullarında artış gösterdiği belirlenmiştir. Tüm stres süresince genotiplerin Vitamin C ortalamaları dikkate alındığında genotipler arasında farklılıklar çıkmamasına rağmen, Çizelge 4.86'da görüleceği üzere stresin 12.gününde tolerant olan 159 ve 196 no'lu genotiplerin, hassas olan 40 ve 252 no'lu genotiplere göre Vitamin C miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Aktaş (2002), biberde yaptığı çalışmada tuz stresinde tolerant olan genotipin askorbik asit miktarında artış meydana geldiğini bildirmiş; Yaşar ve ark. (2006a), kavunda yaptıkları çalışmada askorbik asit miktarı bakımından kontrol bitkileri arasında bir fark bulunmazken, stres koşullarında artış gösterdiğini, tolerant olan genotiplerde Vitamin C miktarının hassas olan genotiplere oranla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Xu ve ark. (2008) yulafta yaptıkları çalışmada tuz stresinin antioksidan enzim aktivitelerinde artışa neden olurken, askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini bildirmişleridr.

Nair ve ark. (2008), börülcede kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının arttığını, bu artışın tolerant genotipte belirgin bir biçimde ortaya çıktığını ifade etmiştir. Jaleel (2009), *Withania somnifera* bitkisinde kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının artış gösterdiğini, ancak kuraklık süresinin uzaması ile askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

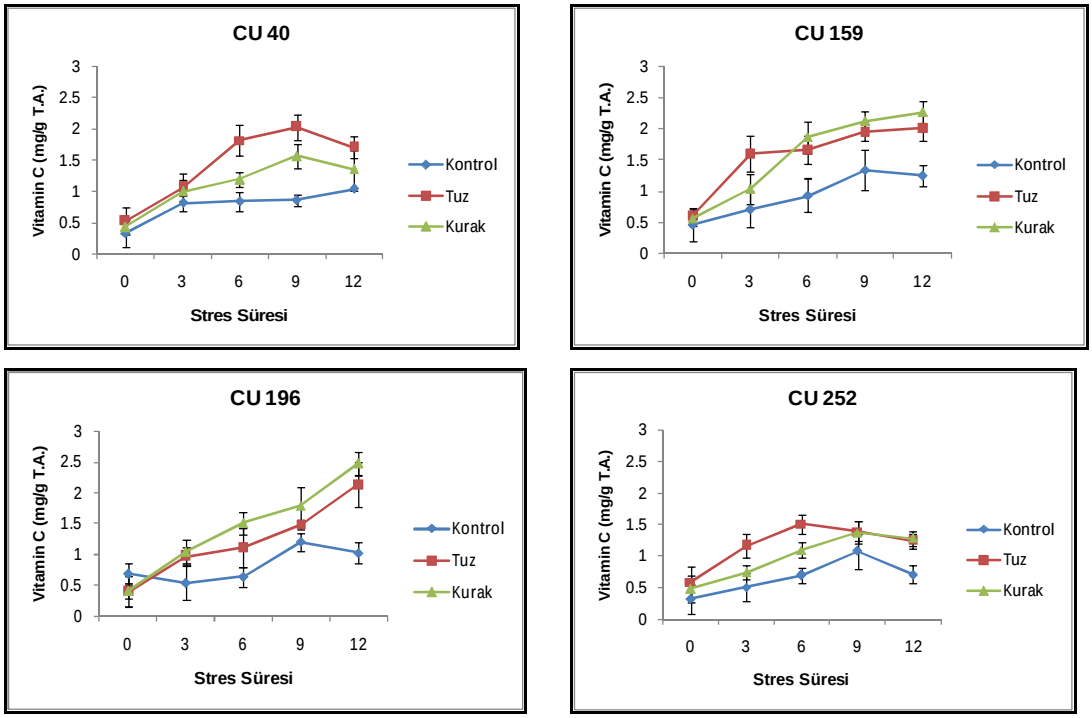
Çizelge 4.86. Kavun genotiplerinin kuraklık, tuz ve kuraklık koşullarında Vitamin C miktarının (mg/g T.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.32	0.52	0.42	0.80	1.05	1.00	0.84	1.80	1.18	2.75	3.28	3.77	1.03	1.70	1.35
CU 159	0.46	0.59	0.56	0.71	1.58	1.02	0.93	1.66	1.85	2.67	3.29	3.22	1.25	2.00	2.26
CU 196	0.69	0.54	0.41	0.40	0.97	1.03	0.63	1.11	1.50	2.62	3.00	4.28	1.01	2.12	2.47
CU 252	0.31	0.59	0.47	0.51	1.16	0.73	0.70	1.50	1.08	3.44	3.81	3.92	0.70	1.23	1.27
Ort	1.50														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	1.15	1.67	1.54
CU 159	1.20	1.82	1.78
CU 196	1.10	1.52	1.94
CU 252	1.13	1.66	1.50
Ort	1.50		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.44	0.52	0.46
3	0.64	1.19	0.95
6	0.77	1.52	1.40
9	2.87	3.35	3.80
12	1.00	1.76	1.84
Ort	1.50		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.42	0.95	1.27	3.27	1.36
CU 159	0.53	1.10	1.48	3.06	1.84
CU 196	0.50	0.85	1.08	3.30	1.87
CU 252	0.46	0.80	1.10	3.72	1.07
Ort	1.50				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D				



Şekil 4.17. Kavun genotiplerinde Vitamin C miktarı (mg/g T.A.) bakımından ortaya çıkan değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.5.2. SH (Glutatiyon) Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Farklı uygulamalar karşısında kavun genotiplerinin SH bileşikleri bakımından meydana gelen değişimler incelenerek Çizelge 4.87 ve Şekil 4.18'de verilmiştir.

Abiyotik stres faktörlerine karşı bitkinin korunmasında etkili olan bir diğer antioksidan ise SH bileşikleridir. Kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık stresleri karşısında SH bileşikleri konsantrasyonu etkili bulunmazken uygulamaların ortalama SH konsantrasyonları stres süresine bağlı olarak değişim göstermiştir. Buna göre en yüksek konsantrasyon 3.15 mg/g T.A. ile kuraklık uygulamasının 12. gününde ve 3.05 mg/g T.A. ile tuz uygulamasının 6. gününde belirlenmiştir. En düşük konsantrasyon ise kontrol uygulamasının stres başlangıcında (0.71 mg/g T.A.) ve kontrol uygulamasının stres başlangıcında (0.74 mg/g T.A.) tespit edilmiştir. Genotiplerin stres süresine bağlı olarak göstermiş olduğu değişimler ise istatistiksel

olarak önemsiz bulunmuş ancak genotiplerin genel olarak stresin 6.gününe kadar SH konsantrasyonlarında artış medana gelmesine karşın ilerleyen stres süresi ile birlikte SH konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.87).

Aktaş (2002), biberde tuz stresi artışının duyarlı ve tolerant genotiplerde SH konsantrasyonlarında değişim oluşturmadığını tespit ederken; Hameed ve Asraf (2008), *Crithmum maritimum* L. türünde yaptıkları çalışmada tuz stresi koşullarında kök ve yapraklarda SH bileşikleri bakımından kontrol uygulamalarına göre meydana gelen değişimin önemli bulunmadığını bildirmişleridr. Zushi ve Matsuzoe (2009) House Momotaro ve Mini Carol domates çeşitlerinde tuz stresinin SH konsantrasyonları bakımından çeşitler arasında bir fark ortaya koymadığını, tolerant ve hassas çeşitlerin belirlenmesinde etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

Gua ve ark. (2006), kuraklık stresi sonucu hassas olan çeltik çeşitlerinde SH konsantrasyonun azaldığını ifade ederken; Jaleel (2009) *Withania somnifera* türünde kuraklık stresi sonucu SH konsantrasyonunda artış meydana geldiğini, ancak ilerleyen stres süresinin SH miktarında azalma meydana getiridğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada tuz ve kuraklık stresleri karşısında SH konsantrasyonununda önemli bir değişim ortaya koymamıştır.

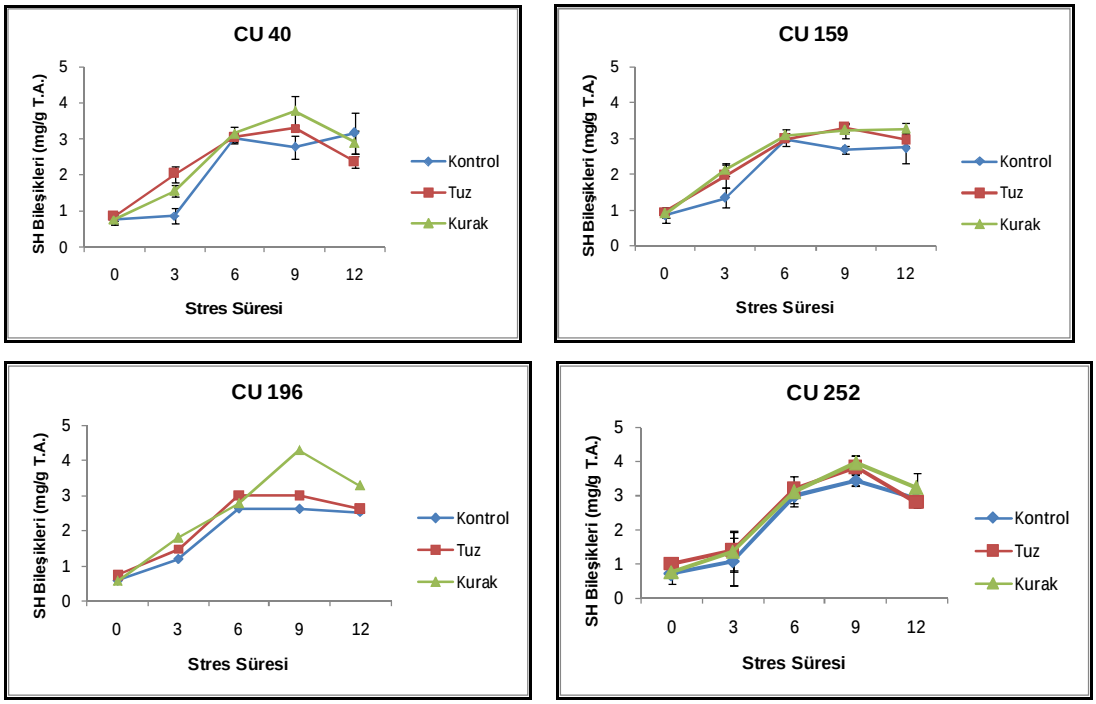
Çizelge 4.87. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında SH bileşikleri miktarının (mg/g T.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	0.74	0.84	0.76	0.86	2.02	1.56	3.01	3.03	3.13	2.58	2.25	2.53	3.16	2.34	2.88
CU 159	0.84	0.96	0.88	1.33	1.95	2.11	2.96	2.97	3.08	2.52	3.07	2.90	2.72	2.94	3.25
CU 196	0.57	0.74	0.55	1.20	1.47	1.78	2.63	3.02	2.77	2.59	2.43	2.69	2.54	2.63	3.27
CU 252	0.70	1.00	0.76	1.07	1.38	1.36	2.97	3.18	3.09	2.46	2.72	2.20	2.90	2.78	3.21
Ort	2.15														
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.07	2.10	1.17
CU 159	2.08	2.38	2.45
CU 196	2.02	2.06	2.21
CU 252	1.91	2.21	2.13
Ort	2.15		
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	0.71 g	0.88 fg	0.74 g
3	1.11 f	1.70 e	1.70 e
6	2.90 a-c	3.05 a	3.02 ab
9	2.54 d	2.61 cd	2.58 cd
12	2.83 a-d	2.67 b-d	3.15 a
Ort	2.15		
$LSD_{(\%5)}$	0.35		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	0.78	1.48	3.06	2.45	2.79
CU 159	0.89	1.80	3.01	2.83	2.97
CU 196	0.62	1.48	2.81	2.57	2.81
CU 252	0.82	1.27	3.08	2.46	2.97
Ort	2.15				
$LSD_{(\%5)}$	Ö.D.				



Şekil 4.18. Kavun genotiplerinde SH Bileşiklerinde (mg/g T.A.) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün : 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.6. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Sitrullin Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Dört genotip ile yapılan çalışmada tuz ve kuraklık stres koşullarında kavun genotiplerinin sitrullin miktarlarında meydana gelen değişimler incelenmiş Çizelge 4.88 ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

Genel olarak, tuz ve kuraklık stresleri ilerledikçe sitrullin miktarı artma eğilimi göstermiştir. Ancak 159 ve 196 genotiplerde özellikle tuz ve kuraklığın, 6. günden başlayarak duyarlı genotiplere (40 ve 252) göre belirgin bir artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Tuz ve kuraklık streslerinde dayanıklı genotiplerde artan sitrullin konsantrasyonu 12. günde en yüksek noktaya ulaşmıştır (Çizelge 4.88). Farklı genotiplerin, uygulamalar ve stres süresi karşısında sitrullin miktarları bakımından değişimleri incelendiğinde, en yüksek sitrullin miktarının 196 no'lu genotipin kuraklık (21.82 µmol/g K.A.) ve tuz uygulamasında (20.23 µmol/g K.A.) stresin 12.

duyulmaktadır. İkinci basamakta OH- L- arginin bir basamak daha oksitlenerek NO ve L- sitrullin oluşturulmaktadır (Rimando ve Perkins- Veazie, 2005; Mori, 2007).

Kawasaki ve ark. (2000), karpuz ve hıyarda yaptıkları çalışmada kuraklık stresi sonucu, stres başlangıcında minör durumda bulunan sitrullinin stres ile birlikte majör duruma geçtiğini ifade etmişlerdir. Akashi ve ark. (2001) sitrullinin stres koşullarında hidroksil radikallerini tutarak oksidadif zararlanmayı engelliklerini bildirmişlerdir. Daşgan ve ark. (2009b), kavunda yaptıkları tuzluluk çalışmasında tuz stresi karşısında sitrullin miktarının arttığını, toleant genotiplerde ise sitrullin miktarının hassas olan genotiplere göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Sunulan bu tez çalışmasında kavun genotiplerinin sitrullin miktarında strese bağlı olarak artış meydana geldiği belirlenmiştir. Meydana gelen bu artışın kuraklık stresinde daha fazla olduğu, tolerant genotiplerin ise bünyelerinde sitrullin miktarını artırarak oksidadif zararlanmaya karşı kendilerini korumayı başardıkları belirlenmiştir.

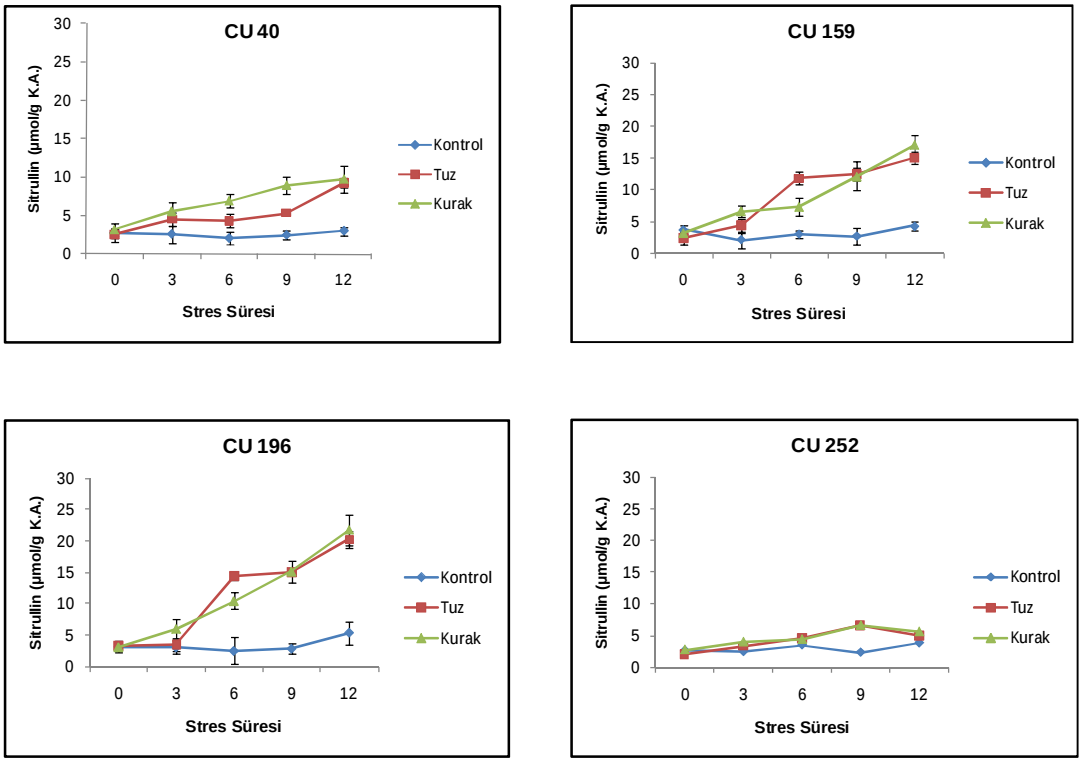
Çizelge 4.88. Kavun genotiplerinin kontrol, tuz ve kuraklık koşullarında citrulline miktarının (µmol/g K.A.) zamana bağlı değişimi

	Zaman														
	0.Gün			3.Gün			6. Gün			9.Gün			12.Gün		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.70 q-t	2.51 r-t	3.15 o-t	2.56 q-t	4.53 k-q	5.53 h-l	2.06 t	4.32 k-s	6.91 hi	2.47 r-t	5.32 i-n	8.92 fg	2.97 p-t	9.28 fg	9.72 f
CU 159	3.71 l-t	2.42 st	3.24 o-t	2.12 t	4.42 k-r	6.66 h-j	3.07 o-t	11.81 e	7.36 gh	2.72 p-t	12.45 de	12.13 e	4.33 k-s	15.10 c	17.12 b
CU 196	3.17 o-t	3.27 o-t	3.16 o-t	3.10 o-t	3.48 m-t	6.03 h-k	2.53 r-t	14.43 cd	10.47 ef	2.91 p-t	15.11 c	15.20 bc	5.41 h-m	20.23 a	21.82 a
CU 252	2.62 q-t	2.06 t	2.74 p-t	2.43 st	3.33 n-t	4.02 l-t	3.51 m-t	4.69 j-p	4.37 k-s	2.32 t	6.57 h-j	6.62 h-j	3.83 l-t	4.97 i-o	5.60 h-l
Ort	6.19														
$LSD_{(\%5)}$	1.99														

	Uygulamalar		
Genotip	Kontrol	Tuz	Kurak
CU 40	2.55 e	5.19 d	6.85 c
CU 159	3.19 e	9.24 b	9.30 b
CU 196	3.42 e	11.30 a	11.34 a
CU 252	2.94 e	4.32 d	4.67 d
Ort	6.19		
$LSD_{(\%5)}$	0.89		

	Uygulamalar		
Zaman	Kontrol	Tuz	Kurak
0	3.05 hi	2.57 i	3.07 hi
3	2.55 i	3.94 gh	5.56 f
6	2.79 i	8.81 d	7.28 e
9	2.60 i	9.86 c	10.72 c
12	4.13 g	12.40 b	13.56 a
Ort	6.19		
$LSD_{(\%5)}$	0.99		

	Zaman				
Genotip	0.Gün	3.Gün	6.Gün	9.Gün	12.Gün
CU 40	2.79 i	4.21 f-h	4.43 ef	5.57 e	7.33 d
CU 159	3.12 hi	4.40 fg	7.41 d	9.10 c	12.18 b
CU 196	3.20 hi	4.20 f-h	9.14 c	11.07 b	15.82 a
CU 252	2.47 i	3.26 g-i	4.19 f-h	5.17 ef	4.80 ef
Ort	6.19				
$LSD_{(\%5)}$	2.14				



Şekil 4.19. Kavun genotiplerinde sitrullin miktarında (µmol/g K.A.) meydana gelen değişimler 0.gün: 22 günlük bitkiler; 3.gün: 29 günlük bitkiler; 6. gün: 32 günlük bitkiler; 9.gün: 35 günlük bitkiler; 12.gün: 38 günlük bitkiler

4.3.7. Fizyolojik Denemeler Tartışması

Genel ve özel tarama çalışmaları sonucu belirlenen tuz ve kuraklığa tolerant CU 159 ve CU 196 ile hassas CU 40 ve CU 252 no'lu genotiplerin yer aldığı fizyolojik çalışmalar aşamasında, tuz ve kuraklık streslerinin iyon regülasyonu, antoksidan enzim aktiviteleri ve sitrullin miktarı bakımından değişimleri incelenmiş; iki stres arasındaki ayrım ya da benzerlikler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tuz stresi bitkilerde Na ve Cl konsantrasyonlarında artışa neden olmuştur. Farklı organlarda incelenen bu iyonların genel olarak yaşlı yaprakta yoğunlaştığı belirlenmiştir. Stres süresi ise toksik iyon birikiminin artmasına neden olmuştur. Yaşlı yapraklarda toksik iyon birikimin artması ve genç yapraklara iletiminin sınırlandırılması tuza toleransın sağlanmasında önemli bir mekanizmadır. Yaptığımız çalışmada tüm genotiplerin bu mekanzimayı çalıştırdıkları görülürken, tolerant

genotiplerin genç yapraklara Na iyonu iletiminin daha sınırlı olduğu belirlenmiştir. Wolf ve ark. (1991), Yaşar ve ark. (2006b) ve Maggio ve ark. (2007)'de yaptıkları çalışmalarında belirtmiş oldukları gibi genç yapraklarda Na iyonunun daha düşük çıkmasının en önemli nedeni yaşlı yapraklarda tutuluyor olmasıdır.

Sodyum iyonunda meydana gelen artış, bitkilerin değişik organlarında K ve Ca iyon konsantrasyonlarında azalmaya neden olmuştur. Bitkinin tuz stresi koşullarında Na iyonunu yaşlı yapraklarda yoğunlaştırmış olması nedeniyle K ve Ca eksiklikleri de bu organda artış göstermiştir. 200 mM NaCl uygulaması toksik Na iyon birikimine yol açarken, elektriksel yükleri ve iyonik çaplarındaki benzerlik nedeniyle K alımının da engellenmesine yol açmıştır. Artan Na iyonu K ve Ca iyonu ile rekabete girerek bitki bünyesinde K/Na ve Ca/Na oranlarının bozulmasına yol açmıştır. Potasyum iyonunda meydana gelen azalma tuz stresinde daha fazla iken, Ca iyuonunda özellikle yaşlı yapraklarda meydana gelen azalma kuraklık stresinde daha belirgin gerçekleşmiştir. Kalsiyumun ksilemde taşınıyor olması ve doğrudan su ile ilşkili olması buradaki en önemli etken olarak görülmektedir. Tuz stresinde meydana gelen azalmanın ise dolaylı olarak su stresine yol açmış olması buradaki ayrımın bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Kiegle ve ark. (2000) kuraklık ve dolaylı olarak tuz stresinde su potansiyelinde meydana gelen azalmanın ksilemde iyon taşınmını da olumsuz etkilediğini ifade etmiştir.

Klorofil miktarı da stres koşullarından etkilenen bir diğer parametre olmuştur. Tuz stresinde Na iyonu nedeniyle klorofil miktarında azalma meydana gelmiş, stomaların kapanması ve ortaya çıkan oksijen radikallerinin klorofilin parçalanmasına yol açtığı düşünülmektedir. Yaptığımız çalışmada kuraklık stresi de tuz stresi ile benzer sonuçlar vermiştir. Kuraklık stresinde bitki bünyesinde kısıtlı konuma gelen suyun korunması amacı ile bitkilerin stomalarını kapattığı, bu sırada fotosentezde meydana gelen aksaklıklar nedeniyle serbest oksijen radikallerinin klorofil mebranlarına zarar vererek, klorofil miktarında azalmaya neden olabileceği tahmin edilmektedir. Lutts ve ark. (1996), Yaşar (2003), Türkan ve ark. (2005), Dolatabadian ve ark. (2008), Cha-um ve Kirdmanee (2009) tarafından yapılan çalışmalar da bu düşüncemizi desteklemektedir.

Tuz ve kuraklık stresi karşısında ortaya çıkan aktif oksijen türevleri lipid peroksidasyonuna yol açarak, membran bütünlüğünün yok etmekte ve hücre ölümüne sebep olmaktadır. Yaptığımız çalışma sonucunda genotiplerin tuz ve kuraklık stresinden etkilenerek MDA miktarında artışlar meydana geldiği tuz stresinde ise hücre zararlanmasının daha yüksek olduğu görülmüştür. Lanlan ve ark. (2006) kuraklık stresinde MDA miktarında daha fazla artış meydana geldiğini ifade etmiştir. Ancak bizim çalışmamızda tuz stresinin MDA üretimini artırdığı görülmüştür. Burada bitkilerin yüksek Na iyonu ile K alımının kuraklık stresine göre daha fazla etkilendiği, böylece stomaların hızlı bir şekilde kapandığı düşünülmektedir. Kaya ve ark. (2007), potasyumun enzimlerin aktive edilmesinde, fotosentezde ve ozmotik düzenlemenin sağlanmasında etkili olduğunu bildirmiştir. Bu anlamda tuz stresi koşullarında meydana gelen iyon dengesizlikleri de hücre bütünlüğünün bozulmasına neden olmuş görünmektedir Bunun yanı sıra genel olarak enzim aktivitelerinin kuraklık stresinde daha yüksek olması hücre membranlarındaki zararı da azalttığı görülmüştür. Böylece oluşan serbest oksijen türevlerinin hücreye daha fazla zarar vermiş olabileceği tahmin edilmektedir. Nitekim Zhang ve ark. (2009), tuz stresinde fotosentez oranında daha fazla azalma olduğunu, fotosentez II sisteminde meydana gelen zararlanma nedeniyle MDA miktarının kuraklık stresine göre arttığını bildirmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi altında bitkiler bünyelerindeki suyu korumak amacı ile stomalarını kapatmakta, CO_2 girişi engellendiği için CO_2 gidecek elektronlar O_2'ye aktarılmakta ve aktive edilmiş, toksik etkisi olan serbest oksijen radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır. Bitkiler oluşan bu radikalleri etkisiz hale getirmek için antioksidan enzim aktiviteleri ve antioksan mekanizmalarını kullanmaktadır. Çalışmamızda SOD, CAT, GR ve APX enzim aktiviteleri incelenmiştir. Stres faktörleri genotiplerin enzim aktivitelerinde artış meydana getirmiş, bu artış ilerleyen stres süresi ile devam etmiştir. Ancak hassas genotiplerde enzim aktiviteleri tolerant genotiplere oranla daha düşük düzeylerde yer almıştır. İncelenen enzim aktivitelerinin genel olarak kuraklık stresinde daha yüksek çıktığı ancak CAT aktivitesinde nisbeten kuraklık ve tuz stresinin benzer etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Oksidadif stres koşullarına karşı bir diğer korunma mekanizması olan

bu enzim aktiviteleri tolerant olan genotipler tarafından kullanılabilirken, hassas genotiplerin enzim aktiviteleri bakımından yetersiz kaldığı anlaşılmıştır. Karanlık (2001), Yaşar (2003), Li (2009), Türkan ve ark. (2005), Ahmadi ve ark. (2010) 'ın elde ettikleri bulgularda yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Çalışmamızda antioksidanlar içerisinde yer alan vitamin C ve SH bileşikleri de incelenmiş, vitamin C miktarının tolerant genotiplerde artış göstermesine karşılık, SH bileşiklerinin tolerant ve hassas genotiplerin belirlenmesinde etkili olamayacağı görülmüştür.

Tuz ve kuraklık streslerinin mekanizmalarına dair yaptığımız bu çalışmada sitrullinin etkisi araştırılmıştır. Sitrullin oksijen radikallerinin ortadan kaldırılmasında önemli bir aminoasit olarak görülmektedir. Tolerant olan genotiplerde artış göstermesine karşın hassas genotiplerde bu artış sınırlı düzeyde kalmıştır. Sitrullin NO sentezi sırasında L-arginin oksidasyonu aşamasında NO ile birlikte üretilmektedir. NO gibi oksijen radikallerinin ortadan kaldırılmasında etkili olan sitrullin aynı zamanda DNA'nın korunmasında da görevli bir elementtir. Tolerant olan genotiplerde sitrullin miktarında meydana gelen artış, oksijen radikallerinin de elimine edilmesine katkıda bulunarak strese dayanımlarını da artırmıştır. Özellikle kuraklık stresinde dayanıklı olan 159 ve 196 genotiplerinin sitrullin miktarı önemli derecede artış göstermiştir. Stresin 9. gününde dayanıklı genotiplerin tuz ve kuraklık streslerinde sitrullin miktarı benzerlik göstermiş ancak kuraklık stresinin 12. gününde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Duyarlı olan genotipler ise (40 ve 252) bu mekanizmanın kullanılmasında yetersiz kalmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tuzluluk ve kuraklık bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli iki abiyotik stres faktörüdür. Küresel iklim değişikliği ile birlikte kurak ve yarı kurak bölgelerde meydana gelen artış, kuraklığın yanı sıra tuzluluğu da giderek tetiklemektedir. Kavun ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştiriciliği tercih edilen önemli bir sebze türüdür. Kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık stresleri karşısında tepkilerinin incelenerek dayanıklı ve hassas genotiplerin ortaya çıkarılması, bu iki stres faktörü arasındaki fizyolojik bağlantıların araştırılması, tuz ve kuraklığa toleransta antioksidatif savunma mekanizmaları ile sitrullinlerin etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Toplam 31 adet kavun genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık ve 200 mM NaCl uygulanması ile oluşturulan tuz stresi karşısında genotiplerin farklı dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Her iki stres koşulunda da yeşil aksam ağırlıklarının, kök ağırlığına oranla daha fazla etkilendiği, kavun genotiplerinde stres koşullarının öncelikle yeşil aksam kısmına zarar verdiği görülmüştür. Kavun genotiplerinin yeşil aksam kısmında meydana gelen zararlanmaların tuz stresi koşullarında, kuraklık koşullarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi parametrelerin stres koşulları altında azalma gösterdiği saptanmıştır. Meydana gelen değişimler tuz stresinde daha fazla olmuş ve bitkilerin kuraklık stresine oranla daha fazla zarar görmesine yol açmıştır.

Çalışmaya konu olan tuz ve kuraklık stresleri yapraklarda membran zararlanmasına neden olmuştur. Her iki stresin de membran zararlanma indeksleri bakımından benzer etkiler oluşturdukları görülürken, tuz ve kuraklığa toleransı yüksek olan genotiplerde indeksin daha düşük çıktığı, hassas olan genotiplerde ise indeks derecesinin arttığı belirlenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi yaprak oransal su içeriğinde azalmaya neden olmuş; bu azalma kuraklık stresi koşullarında biraz daha belirginleşmiştir. Tolerant olan genotiplerin bünyelerindeki suyu korumalarına karşın hassas olan genotiplerin bu

konuda başarılı olamadıkları ve kontrol bitkilerine göre önemli su kayıpları ile karşı karşıya kaldıkları belirlenmiş; ancak korelasyon analizlerinde tuz ve kuraklık stresleri arasında bu parametre bakımından oluşan korelasyonun önemli olmadığı belirlenmiştir.

Özellikle tuz stresi koşullarında bitkilerin zarar görmesindeki en büyük toksik etkinin Na ve Cl iyon birikiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bünyesinde fazla miktarda toksik iyon birikimi gerçekleştiren genotiplerin tuz stresinden etkilendiği görülmüş; tolerans seviyesi yüksek olan kavun genotiplerinin "Na- Sakınan" ya da "Cl- Sakınan" mekanizmasını çalıştırarak Na ve Cl iyonlarını kendilerinden uzak tutmayı başarırken, tolerant olan bazı genotiplerin ise Na ve Cl iyonlarını bünyelerine almalarına rağmen doku toleransı gösterdikleri ve "Na- Kabullenen" grubu içerisinde yer aldıkları belirlenmiştir. Ayrıntılı fizyolojik çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen çalışmada ise Na iyonunun genel olarak yaşlı yapraklarda yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bitkinin Na iyonunu yaşlı yapraklarda tutarak genç yapraklara iletimini sınırlandırdığı böylece strese tolerans sağlamaya çalıştığı düşünülmektedir.

Tuz stresi ile birlikte bitki bünyesinde artan Na iyonu, K ve Ca iyonlarının alımını sınırlandırmıştır. Tuza karşı hassas olan genotiplerde yeşil aksam ve kök kısmında K ve Ca iyonlarının miktarları tolerant genotiplere oranla daha düşük olmuştur. Kavun genotiplerinin tuz stresine toleransta iyon regülasyon sistemini çalıştırarak Na iyonu yerine K ve Ca iyonunu tercih eden genotiplerin tuza tolerans seviyelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Kuraklık stresi koşullarında K ve Ca önemli ozmoregülatörler olarak görev yapmaktadırlar. Bünyesine K ve Ca iyonu daha fazla olan genotiplerin kuraklık stresi karşısında tolerans düzeylerinde artış gösterdiği saptanmıştır. Her iki stres koşulunda da meydana gelen bu değişimler karşılaştırıldığında K iyonunun yeşil aksam bakımında tuz stresinde daha fazla etkilenirken, Ca iyonunun kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir. Yaprak ve köklerde K/Na oranı ve Ca/Na oranları genotiplerin stres koşullarında tercihini belirleyen en önemli parametreler arasında bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle tuz stresi koşullarında tercihini K ya da Ca iyonu yönünde kullanan genotiplerin tuz stresine toleransta iyi bir performans gösterdikleri saptanmıştır.

Tuz ve kuraklık streslerine toleransın daha iyi anlaşılabilmesi açısından tolerant (CU 159 ve CU 196) ve hassas (CU 40 ve CU 252) olarak belirlenen genotipler ile ayrıntılı fizyolojik çalışmalar yürütülmüştür.

Toplam klorofil miktarı, ilerleyen stres süresi içerisinde tuz ve kuraklık altında yetiştirilen kavun bitkilerinde azalma göstermiş; ancak tüm süre içerisinde uygulamalar ortalaması dikkate alındığında uygulamalar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu nedenle klorofil miktarının tarama çalışmalarında etkili bir seçim parametresi olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir.

Tuzluluk ve kuraklık stresi bitki hücrelerinde artan lipid peroksidasyon miktarı tolerant ve hassas genotiplerin belirlenmesinde etkili bir parametre olarak görünmektedir. Stres koşullarında tolerant olan genotiplerin daha az MDA miktarına sahip olurken; hassas olan genotiplerde bu miktar önemli düzeyde artış göstermiştir. Tuz uygulaması bitki hücresinde daha yüksek tahribata neden olmuş, genel olarak kuraklık stresine göre daha yüksek MDA miktarının oluşmasına yol açmıştır.

Antioksidatif enzim aktiviteleri, kavun türünde etkili bir mekanizma olarak değerlendirilmiştir. Enzim aktiviteleri genel olarak tolerant olan genotiplerde hassas olanlara göre artış göstermiştir. GR ve CAT enzim aktiviteleri dayanıklı ve hassas genotiplerin belirlenmesinde etkili bir parametre olarak görülürken; SOD ve APX enzim aktivitelerinin her ne kadar tolerant genotiplerde artış göstermiş olsa da, tek başlarına yeterli olmayacakları izlenimi edinilmiştir.

Strese toleransta etkili olan bir diğer savunma mekanizması da antioksidanlardır. Kavun genotiplerinin Vitamin C ve SH Bileşikleri bakımından değişimleri incelenmiş, ancak bu antioksidanların tek başlarına güvenilir sonuç vermedikleri; tuz ve kuraklık stresleri arasındaki ilişkiler açısından da yeterli bilgiyi üretmedikleri görülmüştür.

Son yıllarda üzerinde durulan ve özellikle karpuzda kuraklık stresi koşullarında ortaya çıkan oksijen radikallerinin etkisiz hale getirilmesinde önemli bir role sahip olduğu düşünülen sitrullinlerin, kavun türünde yaptığımız tuz ve kuraklık çalışmasında dikkat çekici bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Özellikle kuraklığa toleransta, bitkiler su kaybını koruyabilmek için farklı mekanizmalar geliştirmektedir. Bunlardan biri de ozmotik koruyucular ve uygun çözücüler ile

ozmotik düzenlemenin sağlanmasıdır. Genellikle toplam aminoasit içeriği kuraklık stresinde artış göstermekte, bu aminoasitlerden biri olan sitrullin stres koşullarında majör duruma geçmektedir. Yapılan araştırmalar, sitrullin ile ROS reaksiyonlarının sürekliliğinin oldukça yüksek olduğunu, bu nedenle diğer aminoasitler içerisinde en etkili koruyucu madde olabileceğini göstermiştir (Tischner ve ark., 2007; Mori, 2007). Bizim çalışmamızda ortaya koyduğumuz sonuçlar da bu bulgular ile paralellik göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresleri karşısında sitrullin miktarı tolerant genotiplerde artmış, kuraklık stresinde bu artış tuz stresine göre daha yüksek olmuştur. Buradaki en önemli nedenin kuraklık stresinin doğrudan stomaların kapanması ve fotosentetik reaksiyonlarda oluşan aksaklıklar nedeniyle serbest oksijen radikallerinin ortaya çıkması, tuz stresinin ise dolaylı olarak bu sonucu ortaya koyması olduğu düşünülmektedir. Diğer enzim aktiviteleri ile birlikte sitrullin miktarının incelenmesi kavun bitkisinde stres faktörlerine toleransın belirlenmesinde etkili bir parametre olarak görülmektedir.

Kavunda tuz stresine ve kuraklığa toleransın belirlenmesine yönelik bundan sonra yapılacak çalışmalarda da aşağıdaki çalışmalara eğilinmesi faydalı olacaktır:

Tuz ve kuraklık stresine toleransta bitki kök gelişiminin ayrıntılı olarak incelenmesi, kök ağırlıkları dışında sekonder köklerin oluşumu, kök boyu ve hacmi gibi diğer faktörlerin de incelenerek, tolerant genotiplerde etkisinin belirlenmesi yararlı olacaktır.

Bitkilerin stres koşullarında olumsuz etkilendiği bir diğer faktör de fotosentezdir. Tuz ve kuraklık streslerinin kavunda fotosentez üzerindeki etkileri araştırılmalıdır. Bunun yanı sıra kavunda stoma davranışlarının da incelenerek, tolerant olan genotiplerde, stoma büyüklüğü, stoma çapı ve stoma yoğunluğu gibi sitolojik çalışmaların gerçekleştirilmesinin genotiplerin tolerans düzeyinin belirlenmesinde etkili olabileceği kanısındayız.

Bu çalışmada tolerant olarak belirlenen kavun genotiplerinin saflaştırılarak, saf hatlar ile çalışmaların tekrarlanmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Yeni çeşitlerin elde edilebilmesi için bu genotiplerin bir ıslah materyali olarak kullanılması, hem yerel materyalin korunması açısından hem de kurak ve yarı kurak

alanlarda üretimi artırabilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Tuz ve kuraklığa toleransın genetik boyutu araştırılarak, ilgili genlerin tanımlanması ve haritalanması, bu stres faktörlerine dayanım mekanizmasının anlaşılabilmesi için gerekli görülmektedir.

KAYNAKLAR

ABAYOMI, Y.A., 2008. Comparative Growth and Graine- Yield Responses of Early and Late Soybean Maturity Groups to Induced Soil Moisture Stress at Different Growt Stages. World Journal of Agricultural Sciences, 4 (1): 71-78.

ABDALLA, M.M., EL-KHOSHIBAN, N.H., 2007. The Influence of Water Stress on Growth, Relative Water Content, Photosynthetic Pigments, Some Metabolic and Hormonal Contents of Two *Triticium aestivum* Cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 2062-2074.

ACKERSON, R.C., KRIEG, D.R., SUNG, F.J.M., 1980. Leaf Conductance and Osmoregulation of Field- Grown Sorghum Genotypes. Crop Sci., 20: 10-14.

ADAVI, Z., MOBIL, M., RAZMJOO, K., LANDI, E., 2007. Effects of Salinity of Irrigation Water on *Cynodon* Spp. Cultivars Grown on Salinity Soil in Isfahan. J.Sci and Technol. Agric and Natur. 10: 4.

AHARONI, N., BLUMENFEIT, A., RICHMAND, A.E., 1977. Hormonal Activity ın Detached Lettuce Leaves as Affected By Leaf Water Content. Plant Physiol, 59: 1169-1173.

AHMADI, A., EMAM, Y., PESSARAKLI, M., 2009. Response of Various Cultivars of Wheat and Maize to Salinity Stress. Journal of Food, Agriculture Environment, 7(1): 123-128.

AHMADI, A., EMAM, Y., PESSARAKLI, M., 2010. Biochemıcal Changes in Maize Seedlings Exposed to Drought Stress Conditions at Different Nitrogen Levels. Journal of Plant Nutrition, 33 (4): 541 – 556.

AKASHI, K., MIYAKE, C., YOKOTA, A., 2001. Citrulline, A Novel Compatible Solute in Drought-Tolerant Wild Watermelon Leaves, is an Efficient Hydroxyl Radical Scavenger. FEBS Lett., 508: 438–442.

AKHONDI, A., SAFARNEJAD, A., LAHOUTI,M., 2006. Effect of Drought Stress on Proline Accumulation and Mineral Nutrients Changes in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour., 10: 1.

AKINCI, İ.E., 1999. Screening Some Turkish Melon Genotypes at The Germination Level For Tolerance to Salinity. Proc. 1st Int. Symp. on Cucurbits. Act.Hort. 492: 193-200.

AKTAŞ, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Adana, 105 sayfa.

AKTAS, H. ABAK, K., ÖZTÜRK, L., CAKMAK, İ., 2006. Effect of Zinc Supply on Growth And Shoot Concentrations of Sodium and Potassium in Pepper Plants Under Salinity Stress. Tr. J. Agriculture and Forestry, 30: 407–412.

ALAMGIR, A.N.M., MUSA, M., YOUSUF ALI, M., 2007. Some Aspects of Mechanısms of Nacl Stress Tolerance In The Seedlıngs of Four Rıce Genotypes. Bangladesh J. Bot., 36(2): 181-184.

ALEXIEVA, V., SERGIEV, I., MAPELLI, S., KARANOV, E., 2001. The Effect of Drought Ultraviolet Radiation on Growth and Stres Markers in Pea and Wheat. Plant, Cell And Environment, 24 (12): 1337-1344.

ALEXIEVA, V., IVANOV, S., SERGIEV, I., KARANOV, E., 2003. Interaction Between Stresses. Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue, 1-17.

AL-HARBI A.R., 1995, Growth and Nutrient Composition of Tomato and Cucumber as Affected by Sodium Chloride Salinity and Supplemental Calcium, J.Plant Nutrition, 18: 1403-1416.

AL-KARAKI, G.N., 2000. Growth, Water Use Efficiency and Sodium and Potassium Acquisition by Tomato Cultivars Grown under Salt Stress. J.Plant Nutr., 23 (1): 1-8.

ALLARD, F., HOUDE, M., KROL, M., IVANOV, A., HUMER, N.P.A., SARHAN, F., 1998. Betaine Improves Freezing Tolerance in Wheat. Plant Cell Phys., 39: 1194-1202.

AMOR, F., RUIZ-SANCHEZ, M.C., MARTINEZ, V., CERDA, A., 2000. Gas Exchange, Water Relations and Ion Concentrations of Salt Stressed Tomato and Melon Plants. Journal of Plant Nutrition, 23(9): 1315-1325.

ANONYMOUS, 1995. UNCCD (United Nations Conference on Desertification). http://www.unccd.int.

ANONYMOUS, 2000. Land and Plant Nutrition Management Service, Prosoil Problem Soils Database. http://apps.fao.org

ANONYMOUS, 2008. FAO Agricultural Statistical Database. http://faostat.org

ANONYMOUS, 2009. DSİ Yayınları.

ANONYMOUS, 2010. FAO Agricultural Statistical Database. http://faostat.org

ANYIA, A.O., HERZOG, H., 2004. Genotypic Variability ın Drought Performance and Recovery ın Cowpea under Controlled Environment. J.Agronomy& Crop Science, 190: 151-159.

ARNON, D.I., 1949. Copper Enzymes ın Isolated Chloroplast: Polyphenoloxidase ın Beta Vulgaris. Plant Physiol., 14: 1-15.

ASADA, K., TAKAHASHI, M., 1987. Production and Scavenging of Active Oxygen Radicals ın Photosynthesis. In: D.J.Kyle Et Al. (Eds.) Photoinhibition. Elsevier, Amsterdam, 227-297.

ASADA, K. 1994. Mechanisms for Scavenging Reactive Molecules Generated in Chloroplast Under Light Stress. In: Baker, N.R.

ASADI-KAVAN , Z., GHORBANLI , M., PESSARAKLI , M., SATEEI, A., 2009. Effect of Polyethylene Glycol and its Interaction With Ascorbate on Seed Germination Index in Pimpinella Anisum L. Journal Of Food, Agriculture & Environment, 7 (3&4) : 6 6 2 - 6 6 6

ASCH, F., DINGKUHN, K., DÖRFFLING, K., MIEZAN, K., 2000. Leaf K/Na Ratio Predicts Salinity Induced Yield Loss in Irrigated Rice. Euphtica, 113: 109-118.

ASHA, D.H.R., 2007. An Integrated Approach for Screening of Chickpea Genotypes for Salinity Tolerance. Indian Journal Of Plant Physiology, 12: 4.

ASHRAF, M. 1994.Breeding for Salinity Tolerance in Plants. CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 13: 17-42

ASRAF, M., 1999. Breeding For Salinity Tolerance Proteins in Plants. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17-42.

ASRAF, M., ARFAN, M., SHAHBAZ, M., AHMAD, A., JAMIL, A., 2002. Gas Exchange Characteristics and Water Relations in Some Elite Okra Cultivars Under Water Deficit. Photosynthetica, 40(4): 615-620.

ASRAF, M., ARFAN, M., AHMAD, A., 2003. Salt Tolerance in Okra: Ion Relations and Gas Exchanges Characteristics. Journal of Plant Nutrition, 26 (1): 63-79.

ASRAF, M., 2004. Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants. Flora, 199: 361-376.

ASRAF, M., IRAM, A., 2005. Drought Stress Induced Changes in Some Organic Substances in Nodules and Other Plant Parts of Two Potential Legumes Differing in Salt Tolerance. Flora, 200: 535–546.

ASRAF, M., AND FOOLAD, M.R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Envionmental and Experimental Botany, 59: 206-216.

ASRAF, M., ALI, Q., 2007. Relative Membrane Permeability and Activities of Some Antioxidant Enzymes as the Key Determinants of Salt Tolerance ın Canola (Brassica Napus L.). Envionmental and Experimental Botany, 63: 266-273.

AYAŞ, S., DEMİRTAŞ, Ç., 2009. Deficit Irrigation Effects on Cucumber (*Cucumis sativus* L. Maraton) Yield in Unheated Greenhouse Condition. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7 (3,4) : 6 4 5 - 6 4 9.

AZEVEDO NETO, A.D., PRISCO, J.T., ENEAS-FILHO, J., FILHO, J.E., LECARDA, C.F., SILVA, J.V., COSTA, P.H., GOMES-FILHO, E., 2004. Effects of Salt Stress on Plant Growth, Stomatal Response and Solute Accumulation of Different Maize Genotypes. Braz. J. Plant Physiol., 16(1):31-38.

AZEVEDO NETO, A.D., PRISCO, J.T., ENEAS-FILHO, J., BRAGA DE ABREU, C.E., GOMES-FILHO, E., 2006. Effect of Salt Stress on Antioxidative Enzymes and Lipid Peroxidation in Leaves and Roots of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Maize Genotypes. Envionmental and Experimental Botany, 56: 87-94.

BAJJI, M., KINET, J.M., LUTTS, S., 2002. The Use of the Electrolyte Leakage Method for Assessing Cell Membrane Stability as a Water Stress Tolerance Test in Durum Wheat. Plant Growth Regulation, 36 (1): 61-70.

BALASUBRAMANIAN, V., SINHA, S.K., 2006. Effects of Salt Stress on Growth, Nodulation and Nitrogen Fixation in Cowpea and Mung Beans. Physiologia Plantarum, 36 (2): 197 – 200.

BANDURSKA, H., 1998. Implication of ABA and Proline on Cell Membrane Injury of Water Deficit Stressed Barley Seedlings. Acta Physıologıae Plantarumvol, 20 (4) :375-381.

BARON, M., MEJIA, G., 1998. Comparative Study of Enzymes Related to Proline Metabolism in Tepary Bean (*Phaseolus acutifolius*) and Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Under Drought and Irrigated Conditions and Various Urea Concentrations. Plant Foods For Human Nutrition, 52: 119-132.

BASAL, H., SMITH, C.W., THAXTON, P.M., HEMPHILL, J.K., 2005. Seedling Drought Tolerance in Upland Cotton. Crop. Sci., 45: 766-771.

BASU, S., ROYCHOUDHURY, A., PAROMITA SAHA, P., SENGUPTA, D.N., 2010**.** Differential Antioxidative Responses of Indica Rice Cultivars to Drought Stres. Plant Growth Regulation, 60 (1): 51-59.

BAYRAKTAR, K., 1979. Sebze Yetiştirme. Cilt: 11. Kültür Sebzeleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 169.

BAYUELO-JIMENES, J.S., DEBOUCK, D.G., LYNCH, J.P., (2002). Salinity Tolerance of *Phaseolus* Species During Early Vegetative Growth. Crop Science, 42: 2184-2192.

BERGMANN, W., 1992. Nutrition Disorders of Plants- Development, Visual and Analytical Diagnosis. Fischer Verlag, Jena.

BERNSTAIN, N., IOFFE, M., ZILBERSTAINE, M., 2001. Salt-Stress Effects on Avocado Rootstock Growth I. Establishing Critera For Determination of Shoot Growth Sensitivity on the Stress. Plant and Soil, 233: 1–11.

BERTAMINI, M., ZULINI, L., MUTHUCHELIAN, K., NEDUNCHEZHİAN, N., 2006. Effect of Water Deficit on Photosynthetic and other Physiological Responses in Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) Plants. Photosynthetica, 44 (1): 151- 154.

BIAN, Y.M., CHEN, S.Y., XIE, M.Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants. Pant Physiol. Commun., 6: 19-21.

BOHRA, J. S., DOFFLING, K., 1993. Potassium Nutration of Rice (O*ryz sativa* L.) Varieties under NaCl Salinity. Plant and Soil, 152: 299-303.

BORSANI, O., VALPUESTA, V., BOTELLA, M.A., 2003. Developing Salt Tolerant Plants in A New Century: A Molecular Biology Approach. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 73: 101-115.

BRITO, G., COSTA, A., FONSECA, H., SANTOS, C., 2003. Responses of Olea Europea Ssp. Madernsis ın Vitro Shoots Exposed to Osmotic Stress. Scientia Horticulturae, 97: 411-417.

BONILLA, I., EL-HAMDAOUI, A., BOLANOS, L., 2004. Boron and calcium increase *Pisum sativum* seed germination and seedling development under salt stress. Plant Soil, 267(1-2):97-107.

BOTIA, P., NAVARRO, J.M., CERDA, A., MARTINEZ, V., 2005. Yield and Fruit Quality of Two Melon Cultivars Irrigated With Saline Water at Different Stage of Development. Europ. J. Agronomy, 23: 243-253.

BRAY, E.A, 1997, Plant Responses to Water Deficit. Trends Plant Sci., 2: 48-54.

BRAY, E., BAILEY-SERRES., J., WERETILNYK, E., 2000. Responses to Abiotik Stresses. Chapter 22. In: Biochemistry and Moleculer Biology of Plants. Amer.Soc.Plant Physiol., Rockrille MD.

CALDWELL, T.J., LADA, R., HOOPER, D., 2003. Physiological Responses of Onion (*Allium cepa* L.) Seedlings Exposed to Drought. Proc. XXVI IHC – Environmental Stress Acta Hort., 618.

CAMACHO, M., GONZALEZ, D.E., MEJIA, E., 1998. Comporative Study of Enzymes Related to Proline Metabolism in Tepary Bean (Phaseolus acutifolius) and Common Bean (Phaseolus vulgaris) under Drought and Irrigation Conditions and Various Urea Concentrations. Plant Foods For Human Nutrition, 52: 119-132.

CANO, E.A., BOLARIN, M.C., PEREZ- ALFOCEA, F., CARO, M., 1991. Effect of Nacl Priming on Increased Salt Tolerance ın Tomato. Journal of Horticultural Science, 66 (5): 621-628.

CARVAJAL, M., DEL AMOR, F., FERNANDEZ, G., MARTINEZ, V., CERDA, A., 1998. Time Course of Solute Accumulation and Water Relations in Muskmelon Plants Exposed to Salt During Different Growth Stages. Avavilable Plant Science, 138 (10): 103-112.

CARVAJAL, M., CERDA, A., MARTINEZ, V., 2000. Does Calcium Ameliorate the Negative Effect of Nacl on Melon Root Water Transport By Regulating Aquaporin Activity? New Phytol , 145: 439-447.

CASENAVE, E.C., DEGANO, C.A.M., TOSELLI, M.E., CATAN, E.A., 1999. Statistical Studies on Anatomical Modifications in The Radicle and Hypocotyl of Cotton Induced by NaCl. Biol. Res., 32: 1–8.

CHARLES, S.A., HALLIWELL, B., 1980. Effect of Hydrogen Peroxide on Spinach (*Spinacia oleraceae*) Chloroplast Fructose Biphosphatase. Biochem. J., 189: 373-376.

CHARTZOULAKIS, K., KLAPAKI, G., 2000. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. Scientia Horticulture, 86: 247-260.

CHA-UM, S., KIRDMANEE, C., 2009. Proline Accumulation, Photosynthetic Abilities and Growth Characters of Sugarcane (*Saccharum Officinarum* L.) Plantlets in Response to Iso-Osmotic Salt and Water-Deficit Stres. Agricultural Sciences in China, 8(1): 51-58.

CHEESMAN, J., 1988. Mechanisms of Salinity Tolerance in Plants. Plant Phys., 7: 547-550.

CHOLUJ, D., KARWOWSKA, R., JASINSKA, M. , HABER, G., 2004. Growth and Dry Matter Partitioning in Sugar Beet Plants (*Beta Vulgaris* L.) under Moderate Drought. Plant Soıl Envıron., 50 (6): 265–272.

CRAMER, G.,R., LAUCHLI, A., EPSTEIN, E., 1986. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton. Plant Physiol., 81:792-797.

CRUZ, V., CUARTERO, J., 1990. Effects of Salinity at Several Developmental Stages of Six Genotypes of Tomato (*Lycopersicon* spp). Eucarpia Tomato 90

Proc., XIth Eucarpia Meeting on Tomato Genetics and Breeding Malaga-Spain, 81-86.

CRUZ DE CARVALHO, M.H., LAFFRAY, D., LOUGUET, P., 1998. Comparison of Physiological Responses of *Phaseolous vulgaris* and *Vigna unguiculata* Cultivars when Submitted to Drought Conditions. Environ. Exp. Bot., 40: 197-207.

CUMMINS, W.R., 1973. The Metabolism of Aba in Relation to its Reversible Action on Stomata in Leaves of *Hordeum vulgare* L. Planta, 114: 159-167.

CUMMINS JM, JEQUIER AM, KAN R., 1994. Molecular Biology of Human Male Infertility: Links with Aging, Mitochondrial Genetics and Oxidative Stress? Mol Reprod Dev., 37: 345 –362.

CAKMAK, I., MARSCHNER, H., 1992. Magnesium Defficiency and Higlight Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. Plant Physiol., 98:1222-1226.

ÇAKMAK, I., ATLI, M., KAYA, R., EVLİYA, H., MARSCHNER, H., 1994. Association of High Light and Zinc Deficiency in Cold-Induced Leaf Chlorosis in Grapefruit and Mandarin Trees. J. Plant Physiol., 146: 355-360.

ÇIRAK, C., ESENDAL, E., 2006, Soyada Kuraklık Stresi. Omü Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.

DADKHAH A.R., GRRIFITHS, H., 2006. The Effect of Salinity on Growth, Inorganic Ions and Dry Matter Partitioning in Sugar Beet Cultivars J. Agric. Sci. Technol., 8: 199-210.

DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 1999. Topraksız Kültür Kavun Yetiştiriciliğinde Azot ve Potasyum Düzeyleri ile Farklı Substratların Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri Ankara, 310-314.

DAŞGAN, H.Y., AKTAŞ, H., ABAK, K., ÇAKMAK, İ., 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Science, 163: 695-703.

DAŞGAN, H.Y., KOÇ, S., EKİCİ, B., AKTAŞ, H., ABAK, K., 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Alatarım, 5(1): 23-31.

DAŞGAN, H.Y., KOÇ, S., 2009a. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. Journal of Food, Agriculture Environment, 7(2): 363-372.

DAŞGAN, H.Y., KUŞVURAN, Ş., ABAK, K., LEPORT, L., LARHER, F., BOUCHEREAU, A., 2009b. The Relationship Between Citrulline Accumulation and Salt Tolerance During the Vegetative Growth of Melon (*Cucumis melo* L.). Plant Soil Envıron., 55 (2): 51-57.

DAVENPORT, R.J., REID, R.J., SMITH, F.A., 1997. Sodium-Calcium Interactions in Two Wheat Species Differing in Salinity Tolerance. Physiol. Plant., 99: 323-327.

DEBOUBA, M., GOUIA, H., SUZUKI, A., GHORBEL, M.H., 2006. NaCl Stress Effects on Enzymes Involved in Nitrogen Assimilation Pathway in Tomato "*Lycopersicon Esculentum*" Seedling. Journal of Plant Physiology, 163: 1247-1258.

DEMİRAL, T., TÜRKAN, İ., 2005. Comparative Lipid Peroxidation, Antioxidant Defense Systems and Proline Content in Roots of Two Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. Envionmental and Experimental Botany 53: 247-257.

DHANDA, S. S., SETHI, G. S., 2002. Tolerance to Drought Stress Among Selected Indian Wheat Cultivars. Journal of Agricultural Science, 139: 319–326.

DIONISIO-SESE, M.L., TOBITA, S., 1998. Antioxidant Responses of Rice Seedling to Salinity Stress. J.Plant Sci., 135: 1-9.

DIXIT, V., PANDEY, V., SHYAM, R., 2001. Differential Antioxidative Responses to Cadmium in Roots and Leaves of Pea (*Pisum sativum* L.Cv. Azad). Journal of Experimental Botany, 52 (358): 1101-1109.

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

DOLATABADIAN, A., SANAVY, S.A.M.M., CHASHMI, N.A., 2008. The Effects of Application of Ascorbic Acid (Vitamin C) on Antioxidant Enzymes Activites, Lipid Peroxidant and Proline Accumulation of Canola (*Brassica*

napus L.) under Conditions of Salt Stress. J.Agronomy and Crop Science, 931-2250.

ECHEVARRIA-ZOMENO,S., ARIZA, D., JORGE, I., LENZ, C., JESUSVJORRI, N.A., NAVARRO, R., 2009. Changes Intheproteinprofileof Quercus Ilex Leaves in Response to Drought Stres and Recovery. Journal of Plantphysiology, 166: 233-245.

ELSTNER, E.F., 1987. Metabolism of Activated Oxygen Species ın D.D. Davies (Ed.) The Biochemistry of Plants Biochemistry of Metabolism. Academic Pres. San Diego. Ca., 2: 252-315.

ELLİALTIOĞLU, Ş., TIPIRDAMAZ, R., 1998. Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu**,** 22-26 Haziran 1998, Bornova-İzmir, 70-81.

EL-TAYEB, M.A., 2006. Dıfferentıal Response of Two *Vicia faba* Cultıvars to Drought: Growth, Pıgments, Lıpıd Peroxıdatıon, Organıc Solutes, Catalase and Peroxıdase Actıvıty. Acta Agronomica Hungarica, 54(1): 25–37.

EL-TELWANY, K.A., 1987. Effect of Soil Drought on Certain Physiological Aspects in Plant. Ph. D. Thesis, Ain Shams University, Abbassia, Cairo. Egypt.

EPSTEIN, E., NORLY, J.D., RUSH, D.W., KINGSBURY, R.W., KELLY, D.B., GUNNINGHAM, G.A., WRONA, A.F., 1980. Saline Cultures of Crops: A Genetic Approach. Science 210: 399-404.

ERİŞ, A., 1990. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi, U.Ü.Z.F. Yay. Ders Notları No: 11, Bursa.

ERRABII, T., GANDONOU, C.B., ESSALMANI, H., ABRINI, J., IDAOMAR, M., SKALI-SENHAJI, N., 2006. Growth, Proline and Ion Accumulation in Sugarcane Callus Cultures under Drought-Induced Osmotic Stress and its Subsequent Relief. African Journal of Biotechnology, 5 (16): 1488-1493.

FAN, S., BLAKE, T., 1994. Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. Physıologıa Plantarum, 90: 414-419.

FANG, Y.Z., YANG, S, WU, G,. 2002. Free Radicals, Antioxidants and Nutrients in Relation to Healt., Acta Nutrition Sinica, 25: 337-343.

FAROQ, S., AZAM, F., 2006. The Use of Cell Membrane Stability (Cms) Technique to Screen for Salt Tolerant Wheat Varieties. Journal of Plant Physiology 163: 629-637.

FARRANT J.M., 2000. A Comparison of Mechanisms of Desiccation Tolerance Among Three Angiosperm Resurrection Plant Species. Plant Ecol., 151: 29-39

FERNANDEZ-CONDE, M.E., DE LA HABA, P., GONZALEZ-FONTES, A., MALDONADO, J.M., 1998. Effects of Drought (Water Stress) on Growth and Photosynthetic Capacity of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). 5th Internet World Congress for Biomedical Sciences, December 7-16, Canada.

FLORUNSO, O.A., YAKUBU, H., 1988. Salinity Tolerancde of Selected Sorghum and Millet Varieties. Dept. Of Soil Sci. Faculty Of Agric., 24, Nigeria.

FOYER, C.H., LENDAIS, M. VE KUNERT, K.J., 1994. Photooxidative Stress in Plants. Phsiol. Plant., 92: 696-717.

FRANCO, J.A., ESTEBAN, C. VE RODRIGUEZ, C., 1993. Effect of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon Cv. Revigal. J. Hort., Sci., 68: 899-904.

FRANCO, J.A., FERNANDEZ, J.A., BANON, S., 1997. Relationship Between the Effects of Salinity on Seedling Leaf Area and Fruit Yield of Six Muskmelon Cultivars. Hortscience, 32 (4): 642-644.

GARRITY, D., SULLIVAN, C.Y.,WATTS, D.G.,1984. Changes in Grain Sorghum Stomatal and Photosynthetic Response to Moisture Stres Across Growth Stages. Crop Sci., 24: 441-446.

GARCA-SANCHEZ, F., CARVAJAL, M., PORRAS, I., BOTA, P., MATNEZ, V., 2003. Effects of Salinity and Rate of Irrigation on Yield, Fruit Quality and Mineral Composition of “Firo 49” Lemon. European Jour. Of Agronomy, 19 (3): 427-437.

GHARS, M.A., PARRE, E., DEBEZ, A., BORDENAVE, M., RICHARD, L., LEPORT, L., BOUCHEREAU, A., SAVOURE, A., ABDELLY, C., 2008.

Comparative Salt Tolerance Analysis Between Arabidopsis Thaliana and Thellungiella Halophila, with Special Emphasis On K^+/Na^+ Selectivity and Proline Accumulation. Journal Of Plant Physiology, 165 : 588-599.

GHASSEMI-GOLEZANI, K., TAIFEH-NOORI, M., OUSTAN, S., MOGHADDAM, M., 2009. Response of Soybean Cultivars to Salinity Stres. Journal of Food, Agriculture & Environment,7 (2) : 4 0 1 - 4 0 4.

GHOULAM, C., FOURSY, A., 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 Exp. Botany, 47 : 39-50.

GHOLIPOOR, M., SOLTANI, A., SHEKARİ, F. , SHEKARI, FB., 2005. Effects of Salinity on Water Use Efficiency and Its Components in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Acta Agronomica Hungarica, 50 (2): 127-134.

GONG, H., ZHU, X., CHEN, K., WANG, S., CHENGLIE, Z., 2005. Silicon Alleviates Oxidative Damage of Wheat Plants in Pots under Drought. Plant Science, 169 (2): 313-321.

GORETA S., BUCEVIC-POPOVIC, V., VULETIN SELAK , G., PAVELA-VRANCIC, M., PERICA, S., 2008. Vegetative Growth, Superoxide Dismutase Activity and Ion Concentration of Salt-Stressed Watermelon as Influenced By Rootstock. Journal of Agricultural Science, 146 (6): 695-704.

GORHAM, J., MCDONNEL, E., WYN, JONES, R.G., 1985. Salt Tolerance in Tehe Triticeae; Growth and Solute Accumulation ın Leaves of Thinopyrum Bessa Rabicum. J. Expt. Bot., 36: 1021-1031.

GÖKSOY, A.T., TURAN, Z.M., 1991. Kuraklığın Bitki Fizyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri, U.Ü.Z.F. Dergisi, 8: 149-190.

GREEN, D., READ, D., 1983. Water Use Efficiency of Corn, Sunflower, and Wheat with Limiting Soil Moisture. Can. J. Plant Sci., 63: 747–749.

GREENWAY, H. VE MUNNS, R., 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhallophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 28: 89-121.

GREWAL, H.S., 2010. Water Uptake, Water Use Efficiency, Plant Growth and Ionic Balance of Wheat, Barley, Canola and Chickpea Plants on A Sodic Vertosol

With Variable Subsoil Nacl Salinity. Agricultural Water Management 97: 148–156.

GUA, Z., OU, W., LU,S., ZHONG, Q., 2006. Differential Responses of Antioxidative System to Chilling and Drought in Four Rice Cultivars Differing in Sensitivity. Plant Physiology and Biochemistry, 44: 828-836.

GUTSA, L.V., CHEN, T.H.H., 1987. The Physiology of Water and Temperature Stres, American Society of Argon., 115-150.

GÜNAY, A. 1975. Kantalop Kavunun Gen Merkezi ve Türkiye'de Yetiştirilen Kantalop Kavun Çeşitleri Üzerinde Arştırmalar. Tübitak V. Bilim Kongresi. Toag Tebliğleri. Bahçe Bitkileri Ve Tarımsal Mekanizasyonu Seksiyonu. 29 Eylül- 2 Ekim 1975, İzmir.

GÜNAY, A. 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt V. Ankara.

GÜNES, A., CİCEK, N., İNAL, A., ALPASLAN, M., ERASLAN, F., GÜNERİ, E., GÜZELORDU, T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at Pre- and Post-Anthesis Stages and its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. Plant Soıl Envıron., 52 (8): 368–376.

GÜNES, A., KADİOGLU, Y.K., PILBEAM, J.D., INAL, A., COBAN,S., AKSU, A., 2008. Influence of Silicon on Sunflower Cultivars Under Drought Stress, Iı: Essential and Nonessential Element Uptake Determined by Polarized Energy Dispersive X-Ray Fluorescence. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Volume 39, Issue 13 & 14 , Pages 1904 – 1927.

GÜNEŞ, M., AKTAŞ, M., 2008. Su Stresinde Yetiştirilen Genç Mısır Bitkisinde Potasyum Uygulamasının Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. Hr. Ü.Z.F. Dergisi, 12(2): 33-36.

HAJLAOUI, H., EL AYEB, N., GARREC, J.P., DENDEN, M., 2010. Differential Effects of Salt Stress on Osmotic Adjustment and Solutes Allocation on the Basis of Root and Leaf Tissue Senescence of Two Silage Maize (*Zea mays* L.) varieties. Industrial Crops and Products 31: 122–130.

HAMEED, M., ASRAF, M., 2008. Physiological and Biochemical Adaptations of Cynodon Dactylon (L.) Pers. From The Salt Range (Pakistan) to Salinity Stres. Flora, 203: 683-694.

HALLIWEL, B., GUTTERIDGE, J.M.C., 1985. Free Radicals in Bialogy and Medicine.Clarandum Press, Oxford.

HALLIWELL B., GUTTERIDGE J.M.C., 1989. Free Radicals ın Biology and Medicine, Oxford: Clarendon Press.

HAMED, K.B., CASTAGNA, A., SALEM, E., RANIERI, A., ABDELLY, C., 2007. Sea Fennel (*Crithmum maritimum* L.) under Salinity Conditions: A Comparison of Leaf and Root Antioxidant Responses. Plant Growth Regulation. 53 (3): 185-194.

HARINASUT, P., TSUTSI, K., TAKABE, T., NOMURA, M., KISHITANI, S., 1996. Exogenous Glycine Betaine Accumulation an Increased Salt Tolerance in Rice Seedling. Bioscience Biotechnology and Biochemistr, 60: 366-368.

HASNI, I., BEN AHMED, H., BIZID, E., RAIES, A., SAMSON, G, E., 2009. Physıologıcal Characterıstıcs of Salt Tolerance in Fenugreek (*Trigonella foenum* Graecum L.). Uc Davis, The Proceedings Of The International Plant Nutrition Colloquium Xvı, International Plant Nutrition Colloquium.

HAYASHI, H., ALIA, A., NONAKA, H., CHEN, T.H.H., MURATA, N., 1998. Enhanced Germination under High Salt Conditions of Seeds of Transgenic Arabidopsis with a Bacterial Gene. Journal Plant Res., 111 : 357-362.

HERNANDEZ, J.A., JIMENEZ, A., MULLINEAUX, P., SEVILLA, F., 2000. Tolerance of Pea (*Pisum sativum* L.) to Long-Term Salt Stress is Associated with Induction of Antioxidant Defences. Plant Cell Environ., 23: 853–862.

HESSINI, K., PABLO MARTINEZ, J., GANDOUR, M., ALBOUCHI, A., SOLTANI, A., ABDELLY, C., 2009. Effect of Water Stress on Growth, Osmotic Adjustment, Cell Wall Elasticity and Water-Use Efficiency in *Spartina alterniflora*. Environmental and Experimental Botany 67: 312–319.

HONG-BO S, ZONGSUO, L., MINGAN, S., 2006a. Osmotic Regulation of 10 Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes at Soil Water Deficits. Biointerfaces, 47: 132–139

HONG-BO, S., XIAO-YAN, C., LI-YE, C., XI-NING, Z., GANGH, W., YONG-BING, Y., CHANG-XING, Z., ZAN-MIN, Z., 2006b. Investigation on the Relationship of Proline with Wheat Anti-Drought under Soil Water Deficits. Colloids Surf. B. Biointerfaces, 53: 113-119.

HOSOKI, T., TSUCHIHASKI, Y., ASAHINA, T., 1987. Difference in Drought Resistance in Melons of Different Ecotypes Physiologıcal Differences. J.Japan Soc. Hort. Sci., 56(3): 306-312.

HSIAO, T.C., 1973. Plant Responses to Water Stress. Annu. Rev. Plant Physiol, 24: 519-570.

HU, Y., SCHMIDHALTER, U., 2005. Drought and Salinity: A Comparison of their Effects on Mineral Nutrition of Plants. J. Plant Nutr. Soil Sci., 168: 541–549.

HUNG, J., REDMAN, R.E., 1995. Solute Adjustment to Salinity and Calcium Supply in Cultivated and Wild Barley. J. Plant Nutrition, 18: 1371-1389.

HUANG, B., FRY, J.D., 1998. Root Anatomical, Physiological, and Morphological Responses to Drought Stress For Tall Fescue Cultivars. Crop Science, 38 (4): 1017-1022.

HUANG, B., 2001. Nutrient Accumulation and Associated Root Characteristics in Response to Drought Stress in Tall Fescue Cultivars. Hortscience, 36: 148-152

HUANG, Y., BIE, Z., LIU, Z., ZHEN, A., WANG, W., 2009. Protective Role of Proline Against Salt Stress is Partially Related to the Improvement of Water Status and Peroxidase Enzyme Activity in Cucumber. Soil Science and Plant Nutrition, 55 (5): 698-704.

HUSSAIN, K., ASRAF, M, ASRAF, M.Y., 2008. Relationship Between Growth and Ion Relation in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.) at Different Growth Stages under Salt Stres. African Journal of Plant Science, 2(3): 23-27.

IQBAL, N., ASHRAF, M., ASHRAF, M.Y., 2008. Glycinebetaine, an Osmolyte of Interest to Improve Water Stress Tolerance ın Sunflower (*Helianthus annuus* L.): Water Relations and Yield. South African Journal of Botany, 74: 274-281.

JACOBY, B., 1994. Mechanisms Involved in Salt Tolerance By Plants: In: Pessarakli, M.(Eds.), Handbook Of Plant And Crop Stres. Marcel Dekker, Newyork, 97-123.

JALEEL, C.A., MANIVANNAN, P., SANKAR, B., KISHOREKUMAR, A., GOPI, R., SOMASUNDARAM, R., PANNEERSELVAM, R., 2007. Water Deficit Stress Mitigation by Calcium Chloride ın Catharanthus Roseus. Effects on Oxidative Stress, Proline Metabolism and Indole Alkaloid Accumulation. Biointerfaces, 60: 110-116.

JALEEL, C.A., 2009. Non-Enzymatic Antioxidant Changes in *Withania Somnifera* With Varying Drought Stress Levels. American-Eurasian Journal of Scientific Research, 4 (2): 64-67.

JOHNSON, C.M., ULRICH, A., 1959. Analytical Methods for Use in Plant Analysis. California Agricultural Experiment Station. Bull., 766.

JONES, R.A., 1986. The development of salt-tolerant tomatoes: Breeding strategies. Acta Horticulturae 190: 101–114.

JONES, J.R., PIKE, L.M., YOURMAN, L.F., 1989. Salinity Influences Cucumber Growth and Yield. J. Am. Soc. Hort. Sci., 114: 547–551.

JONES, H.G., 1992. Plants and Microclimate, Cambridge University Press, Cambridge.

JUNG, S., 2004. Variation in Antioxidant Metabolism of Young and Mature Leaves of Arabidopsis Thaliana Subjected to Drought. Plant Sci., 166: 459-466.

KALEFETOĞLU, T., EKMEKÇİ, Y., 2005. The Effect of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. G. U. Journal Of Science, 18(4): 723- 740.

KALEFETOĞLU, T., 2006. Nohut (*Cicer Arietinum* L.) Çeşit ve Hatlarının Kuraklık Stresine Karşı Dayanıklılığının Karakterizasyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bil.Enst., Yüksek Lisans Tezi 143 sayfa.

KAISER, W.M., 1979. Reversible Inhibition of The Calvin Cycle and Activation of The Oxidative Pentose Phosphate Cycle in Isolated Intact Chloroplasts by Hydrogen Peroxide. Planta, 145: 377-382.

KARAKAS, B., OZIAS- AKINS, P., STUSHNOFF, C., SUEFFERHELD, M., RIEGER, M., 1997. Salinity and Drought Tolerance of Mannitol

Accumulating Transgenic Tabacco. Plant, Cell and Environment, 20: 609-616.

KARANLIK, S., 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi 123 sayfa.

KARİPÇİN, M.Z., 2009. Yerli ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi.

KARNATAKA, J. 2008. Field Screening of Chickpea Genotypes for Drought Resistance. J. Agric. Sci., 21 (1) : 113-114.

KATERI, N., HOORN, J.W, HAMDYC, A., MASTRORILLID, M. 1997. Response of Tomatoes, A Crop of Indeterminate Growth, to Soil Salinity. Agricultural Water Management 38: 59- 68.

KATERJI, N., VAN HOORN, J.W., HAMDY, A., MASTRORILLI, M., 2003. Salinity Effect on Crop Development and Yield Analysis of Salt Tolerance According to Several Classification Methods. Agric. Water Management, 62: 37-66.

KATERJI, N., VAN HOORN, J.W., HAMDY, A. AND MASTRORILLI, M., 2004. Comparison of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and By Drought. Agricultural Water Management, 65: 95–101.

KAUTGEN, A., PAWELZIK, E., 2009. Impacts of NaCl Stress on Plant Growth and Mineral Nutrient Assimilation in Two Cultivars of Strawberry. Environmental and Experimental Botany, 65: 170–176.

KAWASAKI, S., MIYAKE, C., KOHCHI, T., FUJI S., UCHIDA, M., YOKOTA, A. 2000. Responses of Wild Watermelon to Drought Stress: Accumulation of An Arge Homologue and Citrulline in Leaves During Water Deficits. Plant Cell Physiol., 41: 864–873.

KAYA, C., HIGGS, D., KIRNAK, H., TAŞ, I., 2003. Ameliorative Effect of Calcium Nitrate on Cucumber and Melon Plants Drip İrrigated with Saline Water. Journal of Plant Nutrition, 26 (8): 1665-1681.

KAYA, M.D., OKÇU, G., ATAK, M., ÇIKILI, Y., KOLSARICI, Ö., 2006. Seed Treatments to Overcome Salt and Drought Stress During Germination in

Sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24 (4): 291-295.

KAYA, C., TUNA, A.L., ASHRAF, M., ALTUNLU, H., 2007. Improved Salt Tolerance of Melon (*Cucumis melo* L.) by the Addition of Proline and Potassium Nitrate. Environmental and Experimental Botany, 60: 397-403.

KAYMAKANOVA, M., STOEVA, N., 2008. Physıologıcal Reactıon of Bean Plants (*Phaseolus vulg*. L.) To Salt Stres. Gen. Appl. Plant Physiol, 34 (3-4): 177-188.

KAYMAKANOVA, M., 2009. Effect of Salınıty on Germınatıon and Seed Physıology in Bean (*Phaseolus vulgarıs* L.). Bıotechnol. & Bıotechnol. Eq. Years of Academıc Educatıon ın Bıology Specıal Edıtıon/On-Lıne.

KHALILVAND BEHROUZYAR, E., YARNIA, M., DARBANDI, S., ALYARI, H., 2007. Effect of Drought Stress on Some Morphological Characteristics of Two Sunflower (*Helianthus annuus*) Hybrids at Different Planting Densities. Journal of New Agricultural Science, 3 (8): 3.

KHAN, A.A, 1993. Preplant Physiological Seed Conditioning. Horti. 13:131-181.

KHAN, A.N., QURESHI, R.H., AHMAD, N., 2004. Salt Tolerance of Cotton Cultivars in Relation to Relative Growth Rate in Saline Environments. Internatıonal Journal of Agrıculture & Bıology, 6 (5): 786-787.

KHANNA-CHOPRA, R., SELOTE, D.S., 2007. Acclimation to Drought Stress Generates Oxidative Stress Tolerance in Drought Resistant than -Susceptible Wheat Cultivar Under Field Conditions. Environmental and Experimental Botany, 60: 276–283.

KIEGLE, E., MOORE, C.A., HASELOF, J., TESTER, M.A., KNIGHT, M.R., 2000. Cell Type Specific Calcium Responsen to Drought, Salt and Cold in *Arabidopsis* root. The Plant Journal, 23 (2): 267-278.

KLUGE, M., 1976, Carbon and Nitrogen Metabolism Under Water Stress. In: Lange, O.L., Kappen, L., Schulze, E.-D. (Ed.): Water and Plant Life, 243-252.

KNIPP, M., VASAK, M., 2000. A Colorimetric 96-Well Microtiter Plate Assay for The Determination of Enzymatically Formed Citrulline. Anal. Biochem., 286: 257–264.

KOCHEVA, K., LAMBREV,P., GEORGIEV, G., GOLTSEV, V., 2004. Evaluation of Chlorophyll Fluorescence and Membrane Injury in The Leaves of Barley Cultivars under Osmotic Stres. Bioelectrochemistry, 63 :121– 124.

KOCA, H., 2007. Tuz Stresinin Farklı Susam Çeşitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Fen Bilim. Enst. Doktora Tezi 132 sayfa.

KOCAÇALIŞKAN,İ., 2003. Bitki Fizyolojisi. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını, 420.

KOÇ, S., 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi.Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. - Yüksek Lisans tezi 87 sayfa.

KOZLOWSKI, T.T., PALLARDY, S.G., 1997. Physiology of Woody Plants, Academic Press, San Diego.

KÖŞKEROĞLU, S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea Mays* L.)Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Arastırılması. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Estitüsü, Yüksek Lisans Tezi 106 sayfa.

KREJI, C., 1999. Production, Bloossom-End Wet and Uptake of Sweet Papper as Affect by Sodium, Cation Ration and EC of The Nutrition Solution. Graterbauwissenschaff, 64 (4): 158-164.

KUCHENBUCH, R., CLAASSEN, N., JUNGK, A. 1986. Potassium Availability ın Relation to Soil-Moisture Effect of Soil-Moisture on Potassium Diffusion, Root-Growth And Potassium Uptake of Onion Plants. Plant Soil, 95: 221–231.

KUŞVURAN, Ş., 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Ektivitesi ve Lipid Peraksidasyonundan Yararlanma Olankaları. Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens. , Yüksek Lisans Tezi 110 sayfa.

KUŞVURAN, Ş., ÜZEN, N., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 2007a. Farklı Bamya Genotiplerinin Tuz Stresi Altında Göstermiş Oldukları Tepkilerin İncelenmesi. V. Ulasal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum.

KUŞVURAN, Ş., ELLİALTIOĞLU, S., ABAK, K., YASAR, F., 2007b. Responses of Some Melon (*Cucumis* Sp.) Genotypes to Salt Stress. Journal of Agricultural Sciences, Ankara University Faculty of Agriculture. 13 (4): 395-404.

KUŞVURAN, Ş., ELLIALTIOĞLU, Ş., YAŞAR, F., ABAK, K., 2007c. Effects of Salt Stress on Ion Accumulations and Some of the Antioxidant Enzymes Activities in Melon (*Cucumis melo* L.), International Journal of Food, Agriculture and Environment, 2(5): 351-354.

KUŞVURAN, Ş., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 2008a. Farklı Bamya Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Vıı. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos , Yalova.

KUŞVURAN, Ş., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 2008b. Kavunda Kuraklık Çalışmalarında Kullanılan PEG 6000 Dozunun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Vıı. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.

KUŞVURAN, Ş., KÜÇÜKKÖMÜRCÜ, S., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 2009. Relationships Between Drought Tolerance and Stomata Density in Melon. The 4th International Cucurbitaceae Symposium, 20-24 Eylül, China.

LACERDA, C.F., CAMBRARIA, J., OLIVA, M.A., RUIZ, H.A., PRISCO, J.T., 2003. Solute Accumulation and Distribution During Shoot and Leaf Development ın Two Sorghum Genotypes under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany, 49: 107-120.

LAFFRAY, D. VE LOUGUET, P., 1990. Stomatal Response and Drought Resistance. Bulletin De La Societe Botanique De France 137: 47-60.

LARSON, R.A., 1988. The Antioxidants of Higher Plants. Photochemistry 27: 969-978.

LECHNO, S., ZAMSKI, E., TEL-OR, E., 1997. Salt Stress Induced Responses in Cucumber Plants. J.Plant Physiol., 150:206-211.

LEVITT, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.Ii, 2nd Ed. Academic Press, New York, 607.

LI, Y., 2009. Physiological Responses of Tomato Seedlings (*Lycopersicon esculentum)* to Salt Stres. Modern Applied Science, 3 (3): 171-176.

LIU, F., STUTZEL, H., 2004. Biomass Partitioning, Specific Leaf Area, and Water Use Efficiency of Vegetable Amaranth (*Amaranthus* Spp.) in Response to Drought Stres. Scientia Horticulturae 102:15–27.

LIU, Z.J., ZHANG, X.L., BAI, J.G., SUO, B.X., XU, P.L., WANG, L., 2009. Exogenous Paraquat Changes Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in Drought-Stressed Cucumber Leaves. Science Hort., 121 (2): 138-143.

LIVNE, A., VAADIA, Y., 1965. Stimulation of Transpiration Rate in Barley Leaves by Kinetin and Gibberelic Acid. Physiol. Plant., 18: 658-664.

LUTTS, S., KINET, J.M., BOUHARMONT, J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. Annals Of Botany, 78: 389- 398.

LYNCH, J., POLITO, V.S, LAUCHLI, A., 1989. Salinity Stress Increases Cytoplasmic Ca Activity in Maize Root Protoplasts. Plant Physiol, 90: 1271-1274.

MAEDA, Y., OTA, T., UNNO, H., NAKAZAWA, R., TAKENAGA, H., 2003. Efffects of Ca Application on Reduction of Salt Stress in Seedlings of Sheep Grass and Reed Canarygrass. Grassland Science, 49(4): 391-394.

MAGGIO, A., RAIMONDI, G., MARTINI, A., DE PASCALE, S., 2007. Salt Stress Response in Tomato beyond the Salinity Tolerance Threshold. Environmental and Experi. Botany, 59 (3): 276-282.

MAHAJAN, S., TUTEJA, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139- 158.

MAHMOODZADEH, H., MAJD, A., I, M., 2007. Effect of Salinity Stress on Structure and Ultrastructure of Shoot Apical Meristem of Canola (*Brassica napus* Cv. Symbol). Journal of Agronomy, 6(2): 366-369.

MAKELA, P., KONTTURI, M., PEHU, E., SOMERSALO, S., 1999. Photosynthetic Response of Drought and Salt–Stressed Tomato and Turnip Rape Plants to Foliar- Applied Glycinebetaine. Physiol. Plant., 105:45-50.

MANI, S., VAN DE COTTE, B., MONTAGU, M.V., VERBRUGGEN, N., 2002. Altered Levels of Proline Dehydrogenase Cause Hypersensitivity to Proline and its Analogs in Arabidopsis. Plant Physiol, 128: 73-83.

MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 657-680.

MARSCHNER, H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants.. 2.nd. Edition Academic Press, London, 889.

MARTINEZ, J.P., SILVA, H., LEDENT, J.F., PINTO, M., 2007. Effects of Drought Stress on the Osmotic Adjustment, Cell Wall Elasticity and Cell Volume of Six Cultivars of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Eur J Argon, 26: 30-38.

MASSACCI, A., BATTISTELLI, A., LORETO, F., 1996. Effect of Drought Stresson Photosynthetic Chaarcteristics, Growth and Sugar Accumulation of Field Grown Sweet Sorghum. Aust. J.Plant Physiol, 23: 331-336

MATYSIK, J., B.A. BHALU, P., 2002. Mohanty, Molecular Mechanism of Quenching of Reactive Oxygen Species By Proline Under Stress in Plants. Curr. Sci., 82: 525–532.

MCKERSIE, B.D., LESHEM, Y., 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

MEHRI, N., FOTOVAT, R., SABA, J., JABBARI, F., 2009. Variation of Stomata Dimensions and Densities in Tolerant and Susceptible Wheat Cultivars under Drought Stres. Journal of Food Agriculture and Environment,:7 (1): 167-170.

MEIRI, A., HOFFMAN, G., SHANNON, M. AND POSS, J., 1982. Salt Tolerance of Two Muskmelon Cultivars under Two Solar Radiation Levels. Journal of The American Society For Horticultural Science, 107; 1668-1672.

MELONI, A.D., OLIVA, M.A., RUIZ, H.A., MARTINEZ, C.A., 2001. Contrıbutıon of Prolıne and Inorganıc Solutes to Osmotıc Adjustment in Cotton Under Salt Stres. Journal of Plant Nutrıtıon, 24(3): 599-612.

MENDLINGER , S., PASTERNAK, D., 1992a. Screening for Salt Tolerance in Melons. Journal of Horticultural Science, 27 (8): 905-907.

MENDLINGER , S., PASTERNAK, D., 1992b. Effect of Time of Salinization on Flowering, Yield and Fruit Qality Factors in Melon, *Cucumis Melon* L. Journal of Horticultural Science, 64(4): 529-534.

MER, R.K., PRAJITH, P.K., PANDYA, D.H., PANDEY, A.N., 2000. Effect of Salt on Germination of Seeds and Growth Young Plants of *Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Cicer arietinum* and *Brassica juncea.* J. Gron. Crop. Sci., 185: 209-217.

MIDAOUI, M., SERIEYS, H., GRIVEAU, Y., BENBELLA, M., TALOUIZTE, A., BERVILLE, A., KAAN, F., 2003. Effects of Osmotic and Water Stresses on Root and Shoot Morphology and Seed Yield in Sunflower (*Helianthus annuus* l.) Genotypes Bred for Morocco or Issued from Introgressıon wıth *H. argophyllus* T.G. and *H. debilis* nutt. Hellia, 26 (38): 1-16.

MISRA, N, GUPTA, A.K., 2005. Effect of Salt Stress on Proline Metabolism in Two High Yielding Genotypes of Green Gram. Plant Sci., 169: 331-339.

MITTIOVA, V., TAL, M., VOLOKITA, M., GUY, 2002. Salt Stres Induces Up-Regulation of N Efficent Chloroplast Antioxidant System in The Salt-Tolerant Wild Tomato Species Lycopersicon Pennelii but Not in the Cultivated Species. Physiologia Plantorum, 115: 393-400.

MITTOVA, V., GUY, M., TAL, M., VOLOKITA, M., 2004. Salinity Up-Regulates the Antioxidative System ın Root Mitochondria and Peroxisomes of the Wild Salttolerant Tomato Species Lycopersicon Pennellii. J. Exp. Bot. 55: 1105–1113.

MORI, M., 2007. Regulation of Nitric Okxide Synthesis and Apoptosis by Arginase and Arginine Recycling. The Journal of Nutrition, 137: 1616-1620.

MORINAGA, K., SYKES, S., 2001. Effect of Salt and Water Stress on Fruit Quality Physiological Responses, Macro- And Micro- Element Contents in Leaves of Satsuma Mandarin Trees Under Greenhouse Conditions. Jarq., 35(1): 53-58.

MOUSSA, H.R., ABDEL-AZIZ, S.M., 2008. Comparative Response of Drought Tolerant and Drought Sensitive Maize Genotypes to Water Stres. Australian Journal of Crop Science, 1(1):31-36.

MUNDREE, S.G, BAKER, B., MOWLA, S., PETERS, S., MARAIS, S., WILLIGEN, C.V., GOVENDER, K., MAREDZA, A., MUYANGA, S., FARRANT, J.M. AND THOMSON J.A., 2002. Physiological and Molecular Insights into Drought Tolerance. Afr. J. Biotechnol.,1: 23-38.

MUNNS, R., TERMAAT, A., 1986. Whole- Plant Responses to Salinity. Aust. J. Plant Physiol., 13: 143-160.

MUNNS, R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stres. Plant Cell Environ. 25: 239-250.

MUNNS, R., 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. New Phytol., 167: 645-663.

MURATA, Y., OBI, I., YOSHIHASHI, M., NOGUCHI, M., KAKUTANI, T., 1994. Reduced Permeability to K and Na Ions of K Channels ın The Plasma Membrane Pf Tobacco Cells in Suspension After Adaptation To 50 Mm NaCl. Plant Cell Phys., 35 (1): 87-92.

MURKUTE, A.A., SHARMA, S., SINGH, S.K., 2006. Studies on Salt Stress Tolerance of Citrus Rootstock Genotypes With Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Hort. Sci. (Prague), 33 (2): 70–76.

NADEAU, J.A., SACK, F. 2002. Stomatal Development in Arabidopsis. in Somerville, C. R. Et Al. (Eds). The Arabidopsis Book. American Society of Plant Biologists 2-33.

NAIR, A.S, ABRAHAM, T.K, JAYA, D.S., 2008. Studies on The Changes in Lipid Peroxidation and Antioxidants in Drought Stress Induced Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Varieties. J. Environ Biol., 29 (5):689-91.

NASRI, M., ZAHEDI, H., MOGHADAM, H.R.T., GHOOSHCI, F., PAKNEJAD, F., 2008. Investigation of Water Stress on Macro Elements in Rapeseed Genotypes Leaf (*Brassica napus*). American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 3 (4): 669-672.

NEVES, O.S.C., CARVALHO, J.G., RODRIGUES, C.R., 2004. Growth and Mineral Nutrition of Umbuzeiro Seedlings (Spondias Tuberosa Arr. Cam.) under Salt Stress in Nutrient Solution. CiEnc. Agrotec., 28: 997–1006.

NEZAMI, A.,. KHAZAEI, H.R ., BOROUMAND REZAZADEH, Z., HOSSEINI, A. 2008. Effects of Drought Stress and Defoliation on Sunflower (*Helianthus annuus*) in Controlled Conditions. Desert, 12: 99-104.

NIKI, E. 1987. Antioxidants in Relation to Lipid Peroxidation. Chem. Phys. Lipids., 44: 227-253.

NIKOLAEVA, M.K., MAEVSKAYA, S.N., SHUGAEV, A.G., BUKHOV, N.G., 2010. Effect of Drought on Chlorophyll Content and Antioxidant Enzyme Activities in Leaves of Three Wheat Cultivars Varying in Productivity. Russian Journal of Plant Physiology, 57 (1): 87-95.

NIU, X., BRESSAN, R.A., HASEGAWA, P.M, PARDO, P.M., 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments. Plant Physiol., 109: 735-742.

NOURI-GANBALANI, A., NOURI-GANBALANI, G., HASSANPANAH, D., 2009. Effects of Drought Stress Condition on the Yield and Yield Components of Advanced Wheat Genotypes in Ardabil, Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7 (3-4) : 2 2 8 - 2 3 4 .

NUKAYA, A., MASUI, M. AND ISHIDA, A., 1980. Salt Tolerance of Muskmelons Grown in Different Salinity Soils (in Japanese With English Abstract) J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 48: 468-474.

OHASHI, Y., NAKAYAMA, N., SANEOKA, H., MOHAPATRA, K.P., FUJITA, K., 2009. Differences in the Responses of Stem Diameter and Pod Thickness To Drought Stress During the Grain Filling Stage in Soybean Plants. Acta Physiol Plant, 31:271–277.

OLIVEIRA NETO , C.F., SILVA LOBATO , A.K., GONÇALVES-VIDIGAL , M.C., LOBO DA COSTA, R.C., SANTOS FILHO , B.G., RUFFEIL ALVES , G.A., MELLO E SILVA MAIA , W.J., RODRIGUES CRUZ , F.J., BORGES NEVES, H.K., SANTOS LOPES, M.J., 2009. Carbon Compounds and Chlorophyll Contents in Sorghum Submitted to Water Deficit During Three Growth Stages. Journal of Food, Agriculture & Environment 7 (3-4) : 588- 5 9 3.

ÖZ, M., KARASU, A., 2007. Pamuğun Çimlenmesi ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 21 (1): 9-21.

ÖZCAN S., BABAOĞLU, M., GÜREL, E., 2004. Bitki Biyoteknolojisi Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya.

ÖZPAY, T., 2008. Taze Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniv.Fen Bilimleri Enst.Yüksek Lisans Tezi 54 sayfa.

ÖZTÜRK K., 2002. G.Ü. "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri" G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 22 (1): 47-65.

PERASSAKLI, M., HUBER, J.T., AND TUCKER, 1987. Dry Matter Yield, Nitrogen Absorbtion, and Water Uptake by Sweet Corn under Salt Stress. J. Plant Nutr., 12: 279-290.

PEREZ-LOPEZ, U., ROBREDO, A., LACUESTA, M., MENA-PETITE, A., MUNOZ-RUEDA, A., 2008. The Impact of Salt Stress on the Water Status of Barley Plants is Partially Mitigated by Elevated CO_2. Environmental and Experimental Botany, 66 (3): 463-470.

PEREZ-PEREZ, J.G., SYVERTSEN, J. P. , BOTIA, P., GARCIA-SANCHEZ, F., 2007. Leaf Water Relations and Net Gas Exchange Responses of Salinized Carrizo Citrange Seedlings During Drought Stress and Recovery. Annals of Botany, 1–11.

PESARRAKLI, M., 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Decker Inc. NewYork.

PREMCHANDRA, G.S., SANEOKA, H., OGATA, S., 1990. Cell Membrane Stability, an Indicator of Drought Tolerance as Afected by Applied Nitrogen in Soybean.J. Agric. Sci. Camb., 115: 63-66.

PITRAT, M., CHAUVET, M., FOURY, C. 1999. Diversity, History and Production of Cultivated Cucurbits. Acta Hort., 492: 21-28.

PIMMONGKOL A., TERAPONGTANAKHON S., UDONSIRICHAKHON K. 2002. Anatomy of Salt-and Non-Salt-Tolerant Rice Treated With NaCl. In: 28th Congr. Science and Technology of Thailand, Bangkok, Thailand.

PINHEIRO, H.A., DAMATTA, F.M., CHAVES, A.R.M., FONTES, E.P.B., LOUREIRO, M.E., 2004. Drought Tolerance in Relation to Protection

Against Oxidative Stress in Clones of Coffea Canephora Subjected To Long-Term Drought. Plant Sci., 167: 1307-1314.

QASIM, M., ASHRAF, M., ASHRAF, Y., AHMAD, R., NAZLI, S., 2004. Some Growth Related Characteristics in Canola (*Brassica napus* L.) under Salinity Stres. Internatıonal Journal of Agrıculture & Bıology, 6 (4): 665–668.

QUISENBERRY, J.E., JORDAN, W.R., ROARK, B.A., FRYREAR, D.W., 1981. Exotic Cottons As Genetic Sources For Drought Resistance. Crop. Sci., 21: 889-895.

RAHMAN, S.M., MIYAKE, H., TAKEOKA, Y., 2002. Effects of Exogenous Glycinebetaine on Growth and Ultrastructure of Salt Stressed Rice Seedlings (*Oryza sativa* L.) Plant Production Science, 5: 33-44.

RAMACHANDRA REDDY, A., CHAITANYA, K.V., JUTUR, P.P., SUMITHRA, K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars, Environ. Exp. Bot., 52: 33-42.

RAO, P.B., KAUR, A., TEWARI, A., 2008. Drought Resistance in Seedlings of Five Important Tree Species in Tarai Region of Uttarakhand. Tropical Ecology, 49(1): 43-52.

RAUF, S., SADAQAT, H.A., 2007. Sunflower (*Helinathus annuus* L.) Germplasm Evaluation For Drought Tolerance. Journal of Plant Interactions, 2(1): 41 – 51.

RAZI, H.,. ASAD, M.T., 1998. Evaluation of Variation of Agronomic Traits and Water Stress Tolerant in Sunflower Conditions. Agricultural and Natural Resources Sciences, 2: 31-43.

REDDY, A.R., CHAİTANYA, K.V., JUTUR, P.P., SUMITHRA, K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. Environmental and Experimental Botany, 52: 33–42.

RHOADES, J. D. 1992. Recent Advances ın the Methodology for Measuring and Mapping Soil Salinity. Proc. Int'l Symp. On Strategies for Utilizing Salt Affected Lands, Isss Meeting, Feb. 17-25, Bangkok, Thailand.

RICHARDS, L.A. 1954**,** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook.,60.

RIEKERT VAN HEERDEN, P.D., KRUGER, G.H.J., 2002. Separetely and Simultaneously Induced Dark Chilling and Drought Stress Effects on Photosynthesis, Proline Accumulation and Antioxidant Metabolism In Soybean. J.Plant Physiol, 159: 1077-1086.

RIMANDO A.M., PERKINS-VEAZIE P.M. 2005. Determination of Citrulline in Watermelon Rind. J. Chromatogr. A., 1078: 196–200.

RIVELLI, A.R., ALBRIZIO, R., LOVELLI, S., PERNIOLA, M., 2004. Water Use Efficiency Response of Field-Grown Muskmelon and Pepper to Environmental Water Status. Proceedings of The 4th International Crop Science Congress Brisbane, 26 Sep – 1 Oct, Australia.

RODRIGUEZ, D., J. GOUDRIAAN, M. OYARZABAL AND M.C. POMOR, 1996. Phosphorus Nutrition and Water Stress Tolerance in Wheat Plants. Journal of Plant Nutrition, 19(1): 29-39.

ROMERO, L., BELAKBIR, A., RAGALA, L., RUIZ, J.M., 1997. Response of Plant Yield And Leaf Pigments Tos Aline Conditions: Effectiveness of Different Rootstocks In Melon Plants (*Cucumis melo* L.). Soil Sci. Plant Nutr. 43(4): 855-862.

ROMANELLO, G.A., CHUCHRA-ZBYTNIUK, K.L., VANDERMER, J.L., TOUCHETTE B.W., 2008. Morphological Adjustments Promote Drought Avoidance in The Wetland Plant Acorus Americanus. Aquatic Botany 89: 390–396.

SADEGHİAN, S.Y., MOHAMMADİAN, R., TALEGHANI, D.F., ABDOLLAHIAN-NOGHABI, M., 2004. Relation Between Sugarbeet Traits and Water Use Efficiency in Water Stressed Genotypes. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7 (7): 1236-1241.

SAIRAM, R., SEXENA, D., 2000. Oxidative Stres and Antioxidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stres Tolerance. Journal of Agronomy And Crop Science, 184: 55.

SAIRAM, R.K., RAO, K.V., SRIVASTAVA, G.C., 2002. Differential Response of Wheat Genotypes to Long-Term Salinity Stress in Relation to Oxidative Stress, Antioxidant Activity and Osmolyte Concentration. Plant Sci. 163: 1037– 1046.

SAIRAM, R.K., SRIVASTAVA, G.C., AGARWAL, S., MEENA, R.C., 2005. Differences in Antioxidant Activity ın Response to Salinity Stress in Tolerant and Susceptible Wheat Genotypes. Biol. Plant., 49: 85–91.

SALIM, M., 1991. Comparative Growth Responses and Ionic Relations of Four Cereals During Salt Stress. J. Agronomy and Crop Sci., 166: 204-209.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, E., RUBIO-WILHELMI, M.M., CERVILLA, L.M., BLASCO, B., RIOS, J., ROSALES, M.A., ROMERO, L., RUIZ, J.M., 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress Under Moderate Drought in Tomato Plants. Plant Science 178: 30–40.

SANCHEZ, H., LEMEUR, R., VAN DAMME, P., JACOBSEN, P.E., 2003. Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Revıews Internatıonal 19 (1-2): 111–119.

SANCHEZ, F.J., ANDRES, E.F., TENORIO, J.L., AYERBE, L., 2004. Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjectedto Water Stres. Field Crops Research, 86: 81-90.

SANCHEZ,F., SYVERTSEN, J.P., GIMENO, V., BOTIA, P., PEREZ-PEREZ, J.G., 2007. Responses to Flooding and Drought Stress by Two Citrus Rootstock Seedlings With Different Water-Use Efficiency. Physiology Plantarum, 130(4): 532-542.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, E., RUBIO-WILHELMI, M., CERVILLA, L.M., BLASCO, B., RIOS, J.J., ROSALES, M.A., ROMERO, L., RUIZ, J.M., 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress under Moderate Drought in Tomato Plants. Plant Science, 178: 30–40.

SANKAR, B., ABDUL JALEEL, C., MANIVANNAN, P., KISHOREKUMAR, A., SOMASUNDARAM, R., PANNEERSELVAN, R., 2007. Drought-Induced Biochemical Modifications and Proline Metabolism in *Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench. Acta Bot. Croat., 66 (1):43–56.

SANKAR, B., ABDUL JALEEL, C., MANIVANNAN, P., KISHOREKUMAR, A., SOMASUNDARAM, R., PANNEERSELVAN, R., 2008. Relative Efficacy of Water Use in Five Varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. under Water Limited Conditions. Biointerfaces, 62: 125-129.

SARI, N., ABAK, K., DAŞGAN, H.Y. 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kavun Yetiştiriciliği. Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları.

SARUHAN, V., ÜZEN, N., EYLEN, M., ÇETİN, Ö., 2008. Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri ve Alınabilecek Somut Önlemler. İklim Değişikliği Sempozyumu, 13-14 Mart, Ankara.

SAXENA, R., NAUTIYAL, S., 2001. Variation in Growth and Survival of Five Seed-Sources of *Pinus roxburchii* Sarg. under Various Stages of Water Stress Plant Physiology, 5: 563-573.

SCANDALIOS, J.G., 1997, Oxidative Stress and Moleculer Biologoy of Antioxidant Defenses. Cold Spring Laboratory Pres.

SCHRODER, F.G., LIETH, J.H., 2002. Irrigation Control in Hydroponics. In: Savvas D, Passam P (Eds) Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Athens, Greece, 263-269.

SCHUBERT, S., LAUCHLI, A., 1990. Sodium Exclusion Mechanism at the Root Surface of 2 Maize Cultivars. Plant and Soil, 123: 205-209.

SEGHATOLESLAMI, M.J, KAFI, M., MAJIDI, E., 2008. Effect of Drought Stress at Dıfferent Growth Stages on Yıeld And Water Use Effıcıency of Fıve Proso Mıllet (*Panıcum mılıaceum* L.) Genotypes. Pak. J. Bot., 40(4): 1427-1432.

SGHERRY, C.L.M., PINZINO, C., NAVARI-IZZO, F., 1996. Sunflower Seedlings Subjected to Increasing Water Stress by Water Deficit: Changes in O2 - Production Related to The Composition of Thylakoid Membranes. Physiol Plant, 96: 446-452.

SHANNON, M., FRANCOIS, L., 1978. Salt Tolerance of Three Muskmelon Cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, 103: 127-130.

SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M., 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. Scientia Hort. 78: 5-38.

SHALATA, A., MITTOVA, V., M., GUY, M., TAL, M., 2001. Response of Cultivated Tomato and its Wild Salt- Tolerant Relative Lycopersicon Pennelli to Salt Dependent Oxidative Stress: The Root Antioxidative System. Physiologia Plantarum, 112: 487-494.

SHALHEVET, J., HSIAO, TH.C., 1986. Salinity and Drought: A Comparison of Their Effects on Osmotic Adjustment, Assimilation, Transpiration and Growth. Irrig. Sci., 7: 249-264.

SHARMA, S., DUBEY, R.S., 2004. Ascorbate Peroxidase From Rice Seedlings: Properties of Enzyme Isoforms, Effects of Stresses and Protective Roles of Osmolytes. Plant Science, 167: 541–550.

SHERWIN, H.W., FARRANT J.M., 1998. Protection Mechanisms Against Excess Light in The Resurrection Plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa*, Plant Growth Regul., 24: 202-210.

SHIGEOKA, S., ISHIKAWA, T., TAMOI, M., MIYAGAWA, Y., TAKEDA, T., YABUTA, Y., YOSHIMURA, K., 2002. Regulation and Function of Ascorbate Peroxidase Isoenzymes. Journal of Experimental Botany 53 (372): 1305-1319.

SIDDIQUI, Z.S., KAHAN, A., KIM, B.G., HUANG, J.S., KWON, T.R., 2008. Physiological Responses of *Brassica napus* Genotypes to Combined Drought and Salt Stress. Plant Stres, 2 (1): 78-83.

SILVA, E.C., MANSUR CUSTODIO NOGUEIRA, R.J., PINHEIRO DE ARAUJO, F., FRANKLIN DE MELO, N., AZEVEDO NETO, A.D., 2008. Physiological Responses to Salt Stress in Young Umbu Plants. Environmental And Experimental Botany, 63: 147–157.

SİVRİTEPE, H.Ö, SİVRİTEPE, N., ERİŞ, A., TURAHAN, E., 2005. The Effects of Nacl Pre-Treatments on Salt Tolerance of Melons Grown Under Long-Term Salinity. Scientia Horticulture, 106: 568-581.

SİVRİTEPE, N., ERTURK, U., YERLIKAYA, C., TÜRKAN, İ., BOR, M., ÖZDEMIR, F., 2008. Response of The Cherry Rootstock to Water Stress Induced *in vitro*. Bıologıa Plantarum, 52 (3): 573-576.

SMIRNOFF, N., 1993. The Role of Active Oxygen ın The Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. New Phytol., 125: 27-58.

SÖNMEZ, B., 2004, Türkiye'de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, Ankara, 157-162

SREENIVASASULU, N., GRINM, B., WOBUS, U., WESCHKE, W., 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Seedlings of Foxtail Millet (Setaria Italica). Physiol. Plant., 109: 435–442.

SRIVALLI, B., SHARMA, G., KHANNA-CHOPRA, R., 2003. Antioxidative Defence System in Upland Rice Cultivar Subjected to Increasing Intensity of Water Stress Followed by Recovery. Physiol. Plant., 119: 503-512.

SRIVASTAVA, T.P., GUPTA, S.C., LAL, P., MURALİA, P.N. AND KUMAR, A., 1998. Effect of Salt Stress on Physiological and Biochem. Parameters of Wheat. Ann. Arid Zone., 27: 197-204.

STEWART, J.L., DANIELSON, R.E., HANKS, R.J., JACKSON, E.B., HAGON, R.M., PRUIT, W.O., FRANKLIN, W.T., RILEY, J.P., 1977. Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. Utah Water Research Lab. PR. Logan, Utah, 191.

STOEVA, N VE KAYMAKANOVA, N., 2008. Effect of Salt Stress on The Growth and Photosynthesıs Rate of Bean Plants (*Phaseolus vulgarıs* L.). Journal Central European Agriculture, 9(3): 385-392.

STOYANOV, Z.Z., 2005. Effects of Water Stress on Leaf Water Relatıons of Young Bean Plants. Journal Central Eurapean Agriculture, 6 (1): 5-14.

STUHLFAUTH, T., SCHEUERMANN, R., FOCK, H.P., 1990. Light Energy Dissipation under Water Stress Conditions. Plant Physiol., 92: 1053-1061.

SZABOLICS, I., 1985. Salt Affected Soils, as World Problem. Proceeding of the Internotioanal Sympoisum on the Reclamation of Salt- Affected Soils.

ŞENSOY, S., 2005. Türkiye Kavunlarındaki Genetik Varyasyonun ve *Fusaium* Solgunluğuna Dayanıklılığın Fenotipik ve Moleküler Yöntemlerle Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Doktora Tezi, 165 sayfa.

TAKAGI, M., EL-SHEMY, H.A., SASAKI, S., TOYAMA, S., KANAI, S., SANEOKA, H., FUJITA, K., 2009. Elevated CO_2 Concentration Alleviates Salinity Stress in Tomato Plant. Soil and Plant Science, 59: 87-96.

TAL, M., 1983. Selection For Stress Tolerance. In "Handbook Of Plant Cell Culture" Vol. 1, Collier Macmillan Publishers, Londan, 461-487.

TAMBUSSI, E.A., BARTOLI, C.G, BELTRANO, J., GUIAMET, J.J., ARAUS, J.L., 2000. Oxidative Damage to Thylakoid Proteins in Water-Stressed Leaves of Wheat (*Triticum aestivum*). Physiol. Planta, 108: 398-404.

TANZARELLA, O.A., PACE, C.D., FILIPPETTI, A., 1984. Stomatal Frequency and Size in *Vicia faba* L. Crop Sci. 24: 1070–1076.

TEIZ, L., ZEIGER, S.C.E., 1998. Plant Physiology, University of California, Los Angeles Sinauer Associates, Inc., Publisher, 726-735.

TERMAAT, A., MUNNS, R., 1986. Use of Concentrated Macronutrients Solution to Separate Osmotic From Nacl Specific Effects on Plant Growth. Australian J. Plant Physiol. , 13: 509-522.

TERZİ, R., KADIOĞLU, A., 2006. Drought Stress Tolerance and the Antıoxıdant Enzyme System in Ctenanthe setosa, Acta Biologica Cracovıensıa Series Botanica, 48(2): 89–96.

TIPIRDAMAZ, R., KARAKULLUKÇU, Ş., 1993. Prolin ve Glisinbetain'in, Tuzlu Koşullarda Kültüre Alınmış Domates Embriyolarının Gelişmesi ve Bazı İçsel Madde Değişimleri Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. of Botany, 17:57-64.

TIPIRDAMAZ, R., ELLİALTIOĞLU, Ş. 1997. Some Physiological and Biochemical Changes in *Solanum melongena* L. Genotypes Grown Under

Salt Conditions. Progress in Botanical Research, 377-380. (First Balkan Botanical Congress, Thessaloniki, Greece, September 19-22.)

TIWARI, J.K., MUNSHI, A.D., KUMAR, R., PANDEY, R.N., ARORA, A., BHAT, J.S., SUREJA, A.K., 2010. Effect of Salt Stress on Cucumber: Na^+–K^+ Ratio, Osmolyte Concentration, Phenols and Chlorophyll Content. Acta Physiologiae Plantarum, 32 (1): 103-114.

TOZLU, I., MOORE G.A., GUY C.L., 2000. Effect of Increasing NaCl Concentration on Stem Elongation, Dry Mass Production and Macro and Micronutrient Accumulation in *Poncirus trifoliata*. Australian Journal of Plant Physiology, 227: 35–42.

TRAJKOVA, F, PAPADANTONAKIS, N, SAVVAS, D., 2006. Comparative Effects of NaCl and $CaCl_2$ Salinity on Cucumber Grown ın a Closed Hydroponic System. Hortsci., 41: 437–441.

TSUJI, W., ALI, M.E.K, INANAGA, S., SUGIMOTO, Y., 2003. Growth and Gas Exchange of Three Sorghum Cultivars under Drought Stres. Biomedical and Life Sciences, 46 (4): 583-587.

TUNA, A.L. ve YAKIT, S., 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.

TURAN, M.A., ELKARIM, A.H.A., TABNA, N., TABAN, S., 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Chlorophyll Concentrations on Maize Plant. African Jour. of Agricul. Research, 4(9): 893-897.

TURK, K., HALL, A., 1980. Drought Adaptation of Cowpea. Iv. Influence of Drought on Water Use and Relations With Growth and Seed Yield. Agron. J. 72: 434–439.

TÜRKAN, İ., BOR, M., ÖZDEMİR, F., 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; 223-231.

TÜRKEŞ, M. 1994. 'Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri', Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, 321: 71.

TÜRKEŞ, M., 1997. 'Hava ve İklim Kavramları Üzerine', Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, 355: 36-37.

TÜRKEŞ, M., 1998. İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye'de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar. Dmi/İtü II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57.

TÜRKEŞ, M., 1999, Vulnerability of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions. Tr. J. of Engineering and Environmental Science, 23: 363-380.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M., ÇETİNER, G. 2000. 'Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri', Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24.

URBAN , L., FABRET , L., BARTHELEMY , L., 1994. Interpreting Changes in Stem Diameter in Rose Plants. Physiologia Plantarum 92 (4): 668 – 674.

UYGAN, D., HAKGÖREN, F., BÜYÜKTAŞ, D., 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 47-58.

ÜNLÜKARA, A., KURUNÇ, A., KESMEZ, D.G., YURTSEVEN, E., SUAREZ, D.L., 2008. Effects of Salınıty on Eggplant (*Solanum melongena* L.) Growth and Evapotranspiration. Irrigatıon and Drainage. Published Online in Wiley Interscience (www.ınterscience.wiley.com).

VALENTOVIC, P., LUXOVA, M., KOLAROVIC, L., GASPARIKOVA, O., 2006. Effect of Osmotic Stress on Compatible Solutes Content, Membrane Stability and Water Relations in Two Maize Cultivars. Plant Soil Environ., 52 (4): 186–191.

VAN DEN BERG, L., ZENG, Y.J., 2006. Response of South African Indigenous Grass Species to Drought Stres Induced by Polyethylene Glycol (PEG) 6000. South African Journal of Botany, 72 : 284 – 286.

VIJAYALAKSHMI, C., NAGARAJAN, M., 1994. Effect of Rooting Pattern on Rice Productivity Under Different Water Regimes. J.Agron Crop. Sci., 173 (2): 113-117.

WANG, S., GUO, S., LI, J., HU, X., JIAO, Y., 2006. Effects of Salt Stress on the Root Growth and Leaf Water Use Efficiency of Cucumber Seedlings. Pub.Med., 17(10):1883-1888.

WEI, W, BILSBORROW, P.E., HOOLEY, P.,. FINCHAM, D.A., LOMBI, E., FORSTER, B.P., 2003. Salinity Induced Differences ın Growth, Ion Distribution and Partitioning in Barley Between the Cultivar Maythorpe and its Derived Mutant Golden Promise. Plant and Soil, 250: 183–191.

WEI, G.P., YANG, L.F., ZHU, Y.L., CHEN, G., 2009. Changes in Oxidative Damage, Antioxidant Enzyme Activites and Polyamine Contents in Leaves of Grafted and Non- Grafted Eggplant Seedling under Stress by Excess of Calcium Nitrate. Scientia Horticulturae, 12: 443-451.

WILHITE,, D.A., KNUTSON, C., HAYES, M., PHILLIPS, T., 2000. The Basics of Drought Planning: A 10 Step Process Drought Mitigation Center University of Nebraska.

WINGLER, A. QUICK W. P., BUNGARD R. A., BAILEY K. J., LEA P. J., LEEGOOD R. C., 1999. The Role of Photorespiration During Drought Stress : An Analysis Utilizing Barley Mutants With Reduced Activities of Photorespiratory Enzymes. Plant, Cell and Environment , 22 (4): 361-373.

WOLF, O., MUNNS, R., TONNET, M.L, JESCHKE, W.D., 1991. The Role of the Stem in the Partitioning of Na And K in Salt- Treated Barley. Journal of Experimental Botany, 42: 697-704.

XU, Q., XU, X., ZHAO, Y., JIAO, K., HERBERT S., HAO, L., 2008. Salicylic Acid, Hydrogen Peroxide and Calcium-Induced Saline Tolerance Associated with Endogenous Hydrogen Peroxide Homeostasis in Naked Oat Seedlings. Plant Growth Regulation, 54 (3): 249-259.

XU, Z., ZHOU, G., 2008. Responses of Leaf Stomatal Density to Water Status and its Relationship with Photosynthesis in a Grass. Journal Exper. Botany., 59 (12): 3317-3325.

XUE, Y.F., LIU, Z.H.P., 2008. Antioxidant Enzymes and Physiological Characteristics in Two Jerusalem Artichoke Cultivars under Salt Stres. Russian Journal of Plant Phy., 55 (6): 776-781.

YAĞMUR, Y., 2008. Farklı Asma (*Vitis Vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisant Tezi 108 sayfa.

YAKIT, S., 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.

YAKUPOĞLU, T., ÖZDEMIR, N., 2007. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Omü Zir. Fak. Dergisi, 22(1):132-138.

YANG, Y.W., NEWTON, R.J., MILLER, F.R., 1990. Salinity tolerance in Sorghum. II. Cell Culture Response to Sodium Chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. Crop Sci., 30: 781–785.

YAŞAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *ın vitro* ve *ın vivo* Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.

YAŞAR, F., KUŞVURAN, Ş., ELLİALTIOĞLU, Ş., 2006a. Determination of Anti-Oxidant Activities in Soma Melon (*Cucumis melo* L.) Varieties and Cultivars under Salt Stress. Journal of Hrticultural Science & Biotechnology, 81 (4): 627-630.

YAŞAR, F., UZAL, Ö., TUFENKÇİ, S., YILDIZ, K., 2006b. Ion Accumulation in Different Organs of Gren Bean Genotypes Grown under Salt Stres. Plant Soil Envıron., 52 (10): 476-480.

YAŞAR, F., ELLIALTIOĞLU, Ş., YILDIZ, K., 2008a. Effect of Salt Stress on Antioxidant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean. Russian Journal of Plant Physiology, 2008, 55 (6): 782–786.

YAŞAR, F., ELLİALTIOĞLU, Ş., ÖZPAY, T., UZAL, Ö., 2008b. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD,

CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 18(1): 61-65.

YE, Z., RODRIGUEZ, R., TRAN, A., HOANG, H., LOS SANTOS, D.D., BROWN, S., VELLANOWETH, R.L., 2000. The Developmental Transition to Flowering Repsesses Ascorbate Peroxidase Activity and Induced Enzymatic Lipid Peroxidation in Leaf Tissue in *Arobidopsis thaliana*. Plant Sci., 158: 115-127.

YETİŞİR, H., UYGUR, V., 2009. Plant Growth And Mineral Element Content of Different Gourd Species and Watermelon under Salinity Stres. Turk J Agric For., 33: 65-77.

YILDIRIM, E., TAYLOR, A.G., SPITTLER, T.D., 2006. Ameliorative Effects of Biological Treatments on Growth of Squash Plants under Salt Stres. Scientia Horticulturae, 111: 1–6.

YIN, C., WANG X., DUAN, B., LUO, J., LI, C., 2005. Early Growth, Dry Matter Allocation and Water Use Efficiency of Two Sympatric Populus Species as Affected Water Stres. Enviromental and Experimaental Botany, 53: 315-322.

YOKOTA A., KAWASAKI S., IWANO M., NAKAMURA C., MIYAKE C., AKASHİ K., 2002. Citrulline and Drıp-1 Protein (Arge Homologue) in Drought Tolerance of Wild Watermelon. Ann. Bot., 89: 825–832.

YONG, T., ZONGSUO, L., HONGBO, S., FENG, D., 2006. Effects of Water Deficits on the Activity of Anti- Oxidative Enzymes and Osmoregulation Among Three Differenet Genotypes of ***Radix astagali*** at Seeeding Stage. Biointerfaces, 49: 60-65.

YOSHIDA, K., 2002 Plant Biotechnology: Genetic Engineering to Enhance Plant Salt Tolerance. J. Biosci. Bioengin, 94:585–590.

YU, Q., RENGEL, Z., 1999. Drought and Salinity Differetially Influence Activities of Superoxide Dismutases in Narrow- Leafed Lupins. Plant Sci., 142: 1-11.

YUAN-YUAN , M., WEI-YI , S., ZI-HUI , L., HONG-MEI ,Z., XIU-LIN , G., HONG-BO, S., FU-TAI, N., 2009. The Dynamic Changing of Ca^{2+} Cellular Localization in Maize Leaflets under Drought Stres. C. R. Biologies, 332: 351–362.

YURTSEVEN, E., KESMEZ, G.D., ÜNLUKARA, A., 2005. The Effects of Water Salinity and Potassium Levels on Yield, Fruit Quality and Water Consumption of a Native Central Anatolian Tomato Species (*Lycopersicon esculentum*). Agricultural Water Management, 78: 128–135.

ZENG, L., POSS, J., WILSON, C., DRAZ, A.S.E., GRIEVE, C.M., 2003. Evaluation of Salt Tolerance in Rice Genotypes by Physiological Characters. Euphytica, 129: 281–292.

ZHANG, W., LI, C., QIAN, C., CAO, L., 2009. Studies on the Responses of Root, Shoot and Drought Resistance in the Seedlings of Forage Triticale to Water Stress. Journal of Agriculture Science, 1(2): 50-57.

ZHENG Q.S., LIU, Z.P., LIU Y.L., LIU, L., 2004. Effects of Iso-Osmotıc Salt and Water Stresses on Growth and Ionıc Dıstrıbutıon in Aloe Seedlıngs. Journal of Plant Ecology, 28 (6): 823-827.

ZHU, J., BIE, Z., LI, Y., 2008. Physiological and Growth Responses of Two Different Salt-Sensitive Cucumber Cultivars to NaCl Stress. Soil Science and Plant Nutrition, 54: 400–407.

ZORB, C., SCHMITT, S., NEEB, A., KARL, S., LINDER, M., SCHUBERT, S., 2004. The Biochemical Reaction of Maize (Zeo mays L.) to Salt Stress is Characterized by a Mitigation of Symptoms and not by a Specific Adaptation. Plant Science, 167: 91-100.

ZUSHI, K., MATSUZOE , N., 2009. Seasonal and Cultivar Differences in Salt-Induced Changes in Antioxidant System in Tomato. Science Hort., 120 (2): 181-187.

ÖZGEÇMİŞ

21.05.1977 tarihinde Çankırı'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Çankırı'da tamamladıktan sonra 1995 yılında Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde Lisans öğrenimini tamamlayarak 1999 yılında Ziraat Mühendisi unvanını aldı. 2002–2004 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2003 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2004 yılında doktora öğrenimini gerçekleştirebilmek üzere geldiği Çukurova Üniversitesi'nde halen Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup evli ve bir çocuk annesidir.